

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Offic eur péen des br vets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 238 441**  
**A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 87810135.1

22

Anmeldetag: 09.03.87

51

Int. Cl.<sup>3</sup>: **C 12 N 15/00**  
**C 12 P 21/02, A 01 N 63/00**  
**C 12 N 1/18, C 12 N 1/20**

30

Priorität: 15.03.86 GB 8606441

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
23.09.87 Patentblatt 87/39

84

Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GR IT LI LU NL SE

71

Anmelder: CIBA-GEIGY AG  
Klybeckstrasse 141  
CH-4002 Basel(CH)

72

Erfinder: Geiser, Martin, Dr.  
Hauptstrasse 3A  
CH-4107 Ettingen(CH)

72

Erfinder: Hinnen, Albert, Dr.  
Offenburgerstrasse 20  
CH-4057 Basel(CH)

72

Erfinder: Brassel, Jakob, Dr.  
1157/56 Okamoto Bairin  
Higashinada-ku 658 Kobe(JP)

72

Erfinder: Schweitzer-Grützmaker, Silvia, Dr.  
Hasenhain 16  
D-6915 Dossenheim(DE)

54

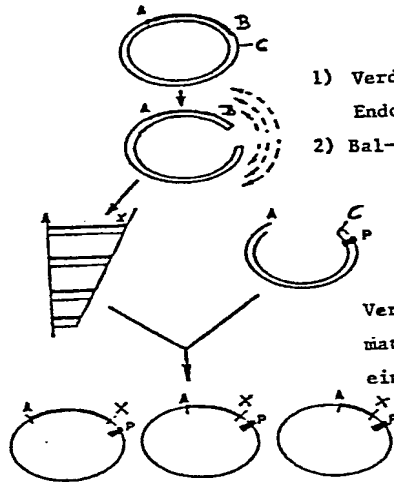
**Insektizid wirksame proteinartige Substanz.**

57

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer insektizid wirksamen proteinartigen Substanz einschliesslich die Entdeckung und Identifizierung der vollständigen, für das insektizid wirksame Protein MGE (1) besagter proteinartiger Substanz kodierenden DNA-Sequenz, besagte proteinartige Substanz, ein DNA-Fragment, charakterisiert durch die in Tabelle (2) wiedergegebene Nukleotid-Sequenz welches für das Protein MGE (1) kodiert, das Protein MGE (1) selbst, ein DNA-Fragment aus der Region HpaI (0) bis PstI (4355) von *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, das für eine insektizid wirksame proteinartige Substanz einschliesslich ausgewählter Teile davon kodiert, unter der Voraussetzung, dass die insektizide Aktivität besagter ausgewählter Teile erhalten bleibt, das Verfahren zur Herstellung von Klonierungs- und Expressions-Vehikeln, die das in Tabelle (2) wiedergegebene DNA-Fragment enthalten und ebenso besagte Vehikel selbst.

EP 0 238 441 A2

Verdauung mit  
Endonuklease A



- 1) Verdauung mit  
Endonuklease B
- 2) Bal-31

Verknüpfung, Transfor-  
mation und Herstellung  
einzelnsträngiger DNA  
(Matritze)

CIBA-GEIGY AG  
Basel (Schweiz)

5-15787/

Insektizid wirksame proteinartige Substanz

*Bacillus thuringiensis* (*B. thuringiensis*) ist ein gram-positives Bakterium, das in der Regel für Insekten pathogen ist (S. Chang<sup>1</sup>).

Es wird auf die angefügte Bibliographie verwiesen, welche somit integriert ist, und die darin detaillierter zitierten Publikationen und sonstiges Material sind mittels Bezugnahme hierin inkorporiert.

Die verschiedenen Stämme von *B. thuringiensis* unterscheiden sich dabei beträchtlich hinsichtlich ihrer Toxizität und ihres Wirkungsspektrums für Insekten. Die insektizide Aktivität von *B. thuringiensis* stammt im wesentlichen oder auch vollständig von einem proteinartigen parasporalen Kristallkörper, der zum Zeitpunkt der Sporulation in der Wachstumsphase gebildet wird. Das (die) Gen(e), das (die) für die toxischen Proteine (Polypeptide) des erwähnten Kristallkörpers codiert (codieren), wurde(n) auf Plasmid-DNA und/oder auf chromosomaler DNA des *B. thuringiensis* gefunden.

Um jegliche Nachteile zu vermeiden, die sich aufgrund der Anwesenheit anderer von *B. thuringiensis* produzierter Komponenten ergeben könnten, und um das insektizid wirksame Polypeptid in grosser Menge zu erhalten, ist es vorteilhaft, das entsprechende Gen, d.h. die entsprechende DNA-Sequenz, welche(s) für das gewünschte insektizid wirksame Protein codiert, unabhängig von *B. thuringiensis* zu verwenden.

Dennoch ist es auch möglich und unter gewissen Umständen vorteilhaft, *B. thuringiensis* selbst mit der erwähnten DNA-Sequenz zu transformieren.

Auf diese Weise ist es möglich ein Protein zu erhalten, das in seiner Struktur und seinen Eigenschaften dem natürlichen Produkt analog ist. Das Protein (Polypeptid), das man im Rahmen der vorliegenden Erfindung erhält, wird im Folgenden als MGE 1 bezeichnet.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer insektizid wirksamen proteinartigen Substanz einschliesslich der Entdeckung und Identifizierung der vollständigen DNA-Sequenz, die für das insektizid wirksame Protein MGE 1 besagter proteinartiger Substanz codiert und sich von den bereits bekannten *B. thuringiensis* Genen (H.E. Schnepf et al.<sup>4)</sup>, M.J. Adang et al.<sup>3)</sup> und Shibano et al.<sup>30)</sup> sowie WO 86/01536) deutlich unterscheidet.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein DNA-Fragment, das durch die in Tabelle 2 wiedergegebene Nucleotid-Sequenz charakterisiert ist, die für das Protein MGE 1 codiert sowie das Protein MGE1 selbst; darüberhinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein DNA-Fragment des *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* aus der Region HpaI (0) bis PstI (4355), das für eine insektizid wirksame proteinartige Substanz einschliesslich ausgewählte Teile ('truncated portions') davon codiert, unter der Voraussetzung, dass die insektizide Aktivität besagter ausgewählter Teile erhalten bleibt.

Unter dem Begriff "proteinartige Substanz" soll sowohl das insektizid wirksame Protein MGE 1 selbst als auch in vitro erhältliche Derivate und Modifikationen davon verstanden werden, wie beispielsweise das Protein MGE 1 in Verbindung mit anderen Protein-Fragmenten, in erster Linie solchen, die von anderer clonierter und für andere Pestizide, vorzugsweise insektizide Aktivitäten codierender DNA stammen, wobei besagte Proteinkombinationen als "Fusionsproteine" eingestuft werden.

Pestizide Aktivität beinhaltet neben insektizider Aktivität beispielsweise auch bakterizide, virizide, fungizide und herbizide Aktivität, vorzugsweise gegenüber pflanzenpathogenen Organismen. Von den proteinartigen Substanzen ist das insektizid wirksame Protein MGE 1 für sich allein bevorzugt.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Konstruktion von Klonierungs- und Expressions-Vehikeln, die das in Tabelle 2 wiedergegebene DNA-Fragment enthalten sowie besagte Vehikel selbst. Geeignete DNA-Vektoren sind beispielsweise Plasmide wie pBR322 und pUC8 oder Phagen wie M13.

Weiterhin bezieht sich die vorliegende Erfindung auf lebende oder tote Mikroorganismen, die ein DNA-Fragment enthalten, das durch die in Tabelle 2 wiedergegebene Nukleotid-Sequenz charakterisiert ist, vorzugsweise auf einen Mikroorganismus der Spezies *Saccharomyces cerevisiae*.

Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf Mikroorganismen, insbesondere auf Mikroorganismen der Spezies *Saccharomyces cerevisiae*, die ein DNA-Fragment enthalten, das aus der Region HpaI (0) bis PstI (4355) des *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* stammt und das für eine insektizid wirksame proteinartige Substanz einschliesslich ausgewählter Teile davon, codiert, unter der Voraussetzung, dass die insektizide Aktivität besagter ausgewählter Teile erhalten bleibt. Bei besagten Mikroorganismen handelt es sich beispielsweise um Hefen, vorzugsweise *Saccharomyces cerevisiae*, Bakterien und auf Blattoberflächen angesiedelte Pilze, mit der Einschränkung, dass besagter Mikroorganismus, falls er zur Gruppe des *Bacillus thuringiensis* gehört, zuvor mit einem DNA-Fragment transformiert worden ist, wie es in Tabelle 2 wiedergegeben ist. Unter "Transformation" sollen in diesem Zusammenhang auch konjugations-ähnliche Mechanismen verstanden werden.

Die Erfindung beinhaltet ausserdem ein Bioenkapsulierungssystem, das aus einem ersten Material besteht, welches vollständig in einem zweiten Material biologischen Ursprungs eingebettet vorliegt, wobei

es sich bei dem ersten Material um ein DNA-Fragment entsprechend der Beschreibung in Tabelle 2 handelt, bei dem zweiten Material um einen vollständigen Mikroorganismus mit der Einschränkung, dass besagter Mikroorganismus, falls er zur Gruppe des *Bacillus thuringiensis* gehört, zuvor mit dem in Tabelle 2 wiedergegebenen DNA-Fragment transformiert worden ist.

Bei dem DNA-Material kann es sich ebenso um ein DNA-Fragment handeln, das aus der Region HpaI (0) bis PstI (4355) des *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* stammt und das für eine insektizid wirksame proteinartige Verbindung einschliesslich ausgewählter Teile davon codiert, unter der Voraussetzung, dass die insektizide Aktivität besagter ausgewählter Teile erhalten bleibt. Besonders geeignete Mikroorganismen sind Hefen, vorzugsweise *Saccharomyces cerevisiae*, wie *Saccharomyces cerevisiae* GRF 18.

Ein weiterer Bestandteil der vorliegenden Erfindung betrifft ein Mittel sowie ein Verfahren zur Bekämpfung von Insekten, vorzugsweise lepidopteren Insekten (Insekten der Ordnung Lepidoptera), in erster Linie Vertreter der Gattungen *Pieris*, *Heliothis*, *Spodoptera* und *Plutella*, wie z.B. *Pieris brassicae*, *Heliothis virescens*, *Heliothis zea*, *Spodoptera littoralis*, *Plutella xylostella* sowie verwandte Arten, mit Hilfe der proteinartigen Substanz, enthaltend das Protein MGE 1, das durch die in Tabelle 2 wiedergegebene DNA Sequenz codiert wird.

Das Verfahren ist gekennzeichnet durch die Applikation einer insektizid wirksamen Menge einer proteinartigen Substanz, die zumindest teilweise durch das DNA-Fragment codiert wird, welches für das Protein MGE 1 codiert, direkt auf die Insekten oder ihr Verbreitungsgebiet. Das Mittel beinhaltet eine insektizid wirksame Menge einer proteinartigen Substanz, die zumindest teilweise durch das DNA-Fragment codiert wird, welches für das Protein MGE 1 codiert.

Darüberhinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine Applikationsform, die aus transformierten lebenden oder toten Hefezellen besteht, die eine insektizid wirksame Menge einer proteinartigen

Substanz enthalten, die zumindest teilweise durch das DNA-Fragment codiert wird, welches für das Protein MGE 1 codiert, wobei besagt Applikationsform für das Ausbringen der aktiven Substanz in einer geschützten Form geeignet ist.

Es ist daher eine lang anhaltende insektizide Aktivität erreichbar, wenn die transformierten Hefezellen auf konventionelle Art und Weise appliziert werden, wie z.B. durch Aufsprühen auf das Feld (Boden- und Luftapplikation). Die aktive Verbindung ist gut geschützt gegen vorzeitigen Abbau aufgrund ungünstiger Bedingungen, wie beispielsweise Sonneneinstrahlung oder widrige Verhältnisse auf den Blattoberflächen.

Das klonierte Gen kann unter die Kontrolle eines Hefe-Promotors gestellt und exprimiert werden, wobei die insektizide Aktivität sowohl a) für den Extrakt als auch in b) für ganze Zellen nachweisbar ist.

Geeignete Hefe-Promotoren sind in der Europäischen Patentanmeldung 100 561 beschrieben. Besonders geeignet ist der PH05 Promotor.

Zumindest von einigen der *Bacillus thuringiensis* Gene, die für insektizid wirksame Proteine codieren, ist bekannt, dass sie mit einem Promotor verbunden sind, der von der *Escherichia coli* (*E.coli*) RNA Polymerase erkannt werden kann, wobei besagter Promotor vor dem jeweiligen Gen lokalisiert ist (H.C. Wong et al.<sup>2</sup>).

Das Verfahren zur Herstellung einer insektizid wirksamen proteinartigen Substanz im Rahmen der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Transkription und Translation eines Gens mit identifizierter DNA-Sequenz entsprechend der vorliegenden Erfindung, in das entsprechende Protein mit Hilfe von *E.coli* oder Hefe.

Das hier beschriebene Verfahren zur Gewinnung von Ausgangsmaterial wird unter Verwendung von *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD1, Stamm ETHZ 4449, durchgeführt. Dieser Stamm kann von der mikrobio-

logischen Abteilung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, Schweiz, bezogen werden und ist für jedermann ohne irgendwelche Beschränkung frei zugänglich.

Der Ursprung dieses Stammes ist die H. Dulmage Collection an der Cotton Insects Research Unit, US. Department of Agriculture, Agriculture Research Center, in Brownsville, Texas, wo er ebenfalls für jedermann frei zugänglich ist.

Gemäss vorliegender Erfindung kann die für das Protein MGE 1 codierende DNA erhalten werden durch

- a) Isolierung und Lyse von *B. thuringiensis* var. *kurstaki* HD1 Zellen, sowie Abtrennen der Plasmide von dem auf diese Weise erhaltenen Material, mit Hilfe an sich bekannter Methoden. Das so erhaltene Plasmid-Material wird anschliessend gereinigt und dialysiert;
- b) Anfertigen einer DNA-Bibliothek der *B. thuringiensis* var. *kurstaki* HD1 plasmid DNA;
- c) Klonieren der fragmentierten, entsprechend Punkt b) erhaltenen Plasmid-DNA in einem geeigneten Vektor, vorzugsweise einem Plasmid;
- d) Screening auf die Anwesenheit eines MGE 1-Proteins, was nach einem der unter den Punkten e) bis g) genannten Verfahren durchgeführt werden kann;
- e) Screening der Klone auf Anwesenheit eines Antigens mit Hilfe geeigneter Antikörper, die unter Verwendung von *B. thuringiensis* var. *kurstaki* Kristallkörper-Protein hergestellt werden (Screening auf Expression der entsprechenden Polypeptide);
- f) Auslesen der Klone, die spezifisch mit Ziegen-Antiserum reagieren; und



g) Testen der Extrakte der entsprechend Punkt f) erhaltenen Klon auf insektizide Aktivität.

Die Identifizierung der DNA kann nach an sich bekannten Methoden durchgeführt werden, wie sie beispielsweise unter den Punkten h) und i) aufgeführt sind:

h) Kartierung der DNA positiver Klone durch Verdauung mit Restriktionsendonucleasen und Hybridisierung der so erhaltenen Fragmente mit radioaktiv markierter RNA; und

i) Sequenzierung von DNA-Fragmenten, die für die jeweiligen Proteine codieren.

Bedeutung der im Folgenden verwendeten Abkürzungen:

Bp:	Basenpaare
BSA:	Rinder-Serum-Albumin (bovine serum albumin)
DEAE:	Diethylaminoethyl
DFP:	Diisopropylfluorophosphat
DTT:	1,4-Dithiothreitol(1,4-dimercapto-2,3-butandiol)
EDTA:	Ethylendiamintetraessigsäure
IPTG:	Isopropyl- $\beta$ -thiogalactopyranosid (Serva)
Kb:	Kilobasen
PSB <sup>1</sup> :	0,01 M Phosphat Puffer, pH 7.4 und 0,8 % NaCl
PSB <sup>2</sup> :	10 mM Natriumphosphat, pH 7.8 und 0,14 % NaCl
PEG 6000:	Polyethylenglykol mit mittlerem Molekulargewicht 6000
PMSF:	Phenylmethylsulfonylfluorid (Fluka)
RT:	Raumtemperatur
SDS:	Natriumdodecylsulfat
STE:	siehe TNE
TBS:	10 mM Tris·HCl, pH 7.5 und 0,14 M NaCl
TE:	Lösung enthaltend 10 mM Tris·HCl (pH 7.5) und 1 mM EDTA
TES:	0,5 M Tris, pH 8.0, 0,005 M NaCl und 0,005 M EDTA
TNE:	Lösung enthaltend 100 mM NaCl, 10 mM Tris·HCl (pH 7.5) und 1 mM EDTA

0238441

Tris·HCl: Tris-(hydroxymethyl)-aminomethan, pH-Einstellung mit HCl

X-GAL: 5-Brom-4-chlor-3-indoxyl-β-D-galaktosid

2xYT: 16 g Bacto Trypton,  
10 g Hefe Extrakt (Bacto),  
5 g NaCl

Im Folgenden verwendete Medien, Puffer und Lösungen:

20 x SSC      Lösen von 175,3 g NaCl und 88,2 g Natriumcitrat in  
800 ml H<sub>2</sub>O. Einstellen des pH auf einen Wert von  
pH 7.0 mit einigen Tropfen einer 10 N NaOH-Lösung.  
Einstellen des Volumens auf 1 Liter; Aufteilen der  
Lösung in Aliquots; Sterilisation durch Autokla-  
vieren.

2 x SSC      10 % von 20xSSC

6 x SSC      33 % von 20xSSC

Denhardt's-      Ficoll 70 [relative Molekülmasse ca. 700'000;

Lösung (50 x) Pharmacia]      5 g

Polyvinylpyrrolidon

(Calbiochem-Behring Corp.)      5 g

BSA (Sigma)      5 g

H<sub>2</sub>O      auf 500 ml

Filtration durch einen Nalgene®-Einmalfilter (Nal-  
gene®; Nalge Co. Inc., Rochester, N.Y., USA). Auf-  
trennen in 25 ml Aliquots und Aufbewahren bei -20°C.

#### Lösungen

M9 Medium:      Pro Liter:

a) Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>      6 g

KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>      3 g

NaCl      0,5 g

NH<sub>4</sub>Cl      1 g

Einstellung des pH-Wertes auf 7.4, autoklavieren,  
abkühlen und anschliessend hinzufügen von:

b) 1 M $\text{MgSO}_4$	2 ml
20 % Glukose	10 ml
1 M $\text{CaCl}_2$	0,1 ml
Vitamin B1 (40 mg/10 ml)	5 ml

Die oben genannten Lösungen a) und b) sollten getrennt sterilisiert werden durch Filtration (Glukose, Vit. B1) oder durch Autoklavieren.

LB (Luria-

Bertani)

Pro Liter:

Medium	Bacto-Trypton	10 g
	Bacto-Hefe-Extrakt	5 g
	NaCl	10 g

Einstellen des pH-Wertes auf 7.5 mit Natriumhydroxid.

L-Broth

siehe LB-Medium

Für die Induktion der Sporulation bei *B. thuringiensis* var. kurstaki, wird ein GYS-Medium entsprechend den Angaben von Yousten und Rogoff (A.A. Yousten und M.H. Rogoff<sup>5)</sup>) (1969) verwendet ( $\text{g/l}^{-1}$ ):

Glukose	1
Hefe-Extrakt (Difco)	2
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	0,5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,2
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,08
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,05

Vor dem Autoklavieren wird der pH-Wert mit Kaliumhydroxid auf einen Wert von 7.3 eingestellt.

Charakterisierung der im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendeten Mikroorganismen:

1. HD1-ETHZ 4449 ist ein *Bacillus thuringiensis* Stamm der Subspezies *kurstaki*, der zum einen durch seine immunologische Reaktion gegen sein Flagellum-Antigen charakterisiert ist - HD1-ETHZ 4449 gehört zum 3a, 3b Serotyp (A. Krieg<sup>31)</sup>) - zum anderen durch sein spezifisches Southern blot-Muster, das man bei Durchführung der Southern-blot-Experimente, wie sie unter Punkt III 5.b beschrieben sind, erhält.

Die Gesamt-DNA dieses Stammes wird isoliert und mit dem Restriktionsenzym Hind III vollständig verdaut; die so erhaltenen Fragmente werden dann nach ihrer Grösse auf einem Agarose-Gel aufgetrennt und anschliessend auf ein Nitrocellulose-Papier überführt. Das radioaktiv markierte EcoRI-Fragment Pos. 423 bis Pos. 1149 (Tabelle 2) hybridisiert spezifisch mit 3 Fragmenten, die eine Grösse von 6,6 Kb, 5,3 Kb bzw. 4,5 Kb aufweisen.

2. Bei HB 101 handelt es sich um ein Hybrid zwischen *Escherichia coli* K12 x *Escherichia coli* B. Dieser Stamm ist gut geeignet für gross angelegte DNA-Reinigungen. Es wird verwendet für Transformationsexperimente und  $\text{CaCl}_2$ -kompetente Zellen sind kommerziell erhältlich z.B. bei Gibco AG, Basel, Schweiz, Katalog-Nr. 530 8260 SA.

3. Bei JM 103 handelt es sich um ein *Escherichia coli* K-12, das z.B. bei Pharmacia P-L Biochemicals kommerziell erhältlich ist, Katalog-Nr. 27-1545-xx (1984).

Die *E.coli*-Stämme HB 101 und JM 103 sind bei Maniatis et al. (T. Maniatis et al.<sup>6)</sup>) beschrieben:

Stamm	Genotyp
HB 101	F <sup>-</sup> , hsdS <sub>20</sub> (r <sub>B</sub> <sup>-</sup> , m <sub>B</sub> <sup>-</sup> ), recA <sub>13</sub> , ara-14, proA <sub>2</sub> , lacY <sub>1</sub> , galK <sub>2</sub> , rpsL <sub>20</sub> (Sm <sup>r</sup> ), xyl-5, mtl-1, supE <sub>44</sub> , λ <sup>-</sup>
JM 103	Δ (lac pro), thi, strA, supE, endA, sbcB, hsdR, F'traD36, proAB, lacI <sup>q</sup> , ZAM15

Im folgenden Beispiel ist der Ausdruck "Hefe" gleichbedeutend mit *Saccharomyces cerevisiae*.

### Beispiele

#### I. Plasmid-DNA Aufarbeitung:

Die Aufarbeitung der Plasmid-DNA erfolgt wie unten beschrieben entsprechend den Angaben bei White und Nester (F.F. White und E.W. Nester<sup>7)</sup>).

#### I.1. B. thuringiensis Plasmide

*E. coli* HB 101 Zellen werden in 1 Liter LB-Medium unter Schütteln 12-14 Stunden bei 37°C kultiviert und entsprechend den Angaben bei White und Nester (F.F. White und E.W. Nester<sup>7)</sup>) aufgearbeitet. Nach der Ernte werden die Zellen in einem alkalischen lysierenden Puffer resuspendiert und bei einer Temperatur von 37°C für 20-30 Minuten inkubiert. Man erhält ein klares Lysat, das durch Zugabe von 2 M Tris·HCl (pH 8) neutralisiert wird. Die chromosomale DNA wird anschliessend durch Zugabe von SDS und NaCl präzipitiert. Das Lysat wird auf Eis gepackt und die chromosomale DNA durch Zentrifugation entfernt. Die Plasmid-DNA, die sich jetzt im Ueberstand befindet, wird mit 10 % PEG 6000 präzipitiert. Nach der Aufbewahrung der Plasmid DNA über Nacht bei 4°C erfolgt die Resuspendierung in 7-8 ml TE. Die aus 1 Liter Kultur-Lösung gewonnene Plasmid DNA wird anschliessend über 2 CsCl-Gradienten weiter gereinigt. Es wird dabei festes CsCl zu der Lösung hinzugegeben (8,3 g CsCl auf 8,7 ml Ueberstand). Nach dem Hinzufügen von Ethidiumbromid (Sigma; Endkon-

zentration 1 mg/ml Ueberstand) wird die Lösung in 13,5 ml 'Quick Seal' Polyallomer-Röhrchen (Beckmann) überführt und in einem Beckmann Ti50-Rotor für einen Zeitraum von 40 Stunden bei 40'000 rpm zentrifugiert. Unter langwelligem UV-Licht (366 nm) werden zwei fluoreszierende Banden sichtbar gemacht. Die untere Bande enthält überspiralige Plasmid-DNA, die durch seitliches Punktieren des Zentrifugenröhrchens mit einer 2 ml Spritze (18 G Nadel) gesammelt wird. Ethidiumbromid wird durch 5-maliges Waschen mit gleichen Volumina Isopropanol (gesättigt mit CsCl) entfernt und das Produkt dann in 30 ml Corex-Röhrchen überführt. Es werden 2,5 Volumen TE hinzugefügt und anschliessend wird die DNA mit Ethanol präzipitiert. Diese Lösung wird dann für 12-15 Stunden bei -20°C aufbewahrt. Die präzipitierte DNA wird anschliessend durch Zentrifugation in einem Sorvall HB-4 Rotor über einen Zeitraum von 30 min bei 12'000 rpm und einer Temperatur von 0°C gesammelt und in 200 µl TE gelöst. (E.coli JM 103 kann ebenso extrahiert und in analoger Weise behandelt werden).

### I.2. E.coli Plasmide

Die Zellen einer 100 ml Kultur (LB-Medium) werden durch Zentrifugation (Sorvall, GSA Rotor, 10 min bei 6'000 rpm, 4°C) gesammelt, in 100 ml TE (10 mM Tris·HCl, 1 mM EDTA, pH 8.0) resuspendiert und unter den gleichen Bedingungen erneut zentrifugiert. Das Zell-Pellet wird anschliessend in 3 ml Tsuc [50 mM Tris·HCl, pH 7.5, 25 % (w/v) Sucrose] resuspendiert und in SS-34 Polypropylen Sorvall Röhrchen überführt. Alle nachfolgenden Schritte werden auf Eis durchgeführt: Zunächst werden 0,3 ml einer Lysozym-Lösung (10 mg/ml, bezogen von Worthington, 11'000 U/mg) nach 5 min 1,2 ml EDTA (500 mM, pH 8.0) und nach weiteren 5 min 4,8 ml Detergenz zugegeben [0,1 % Triton X-100 (Merck), 50 mM EDTA, 50 mM Tris·HCl, pH 8,0]. Nach 5 Minuten wird das Lysat in einem vorgekühlten SS-34 Rotor für 40 Minuten bei 4°C zentrifugiert. Der Ueberstand wird vorsichtig entfernt und nach Zugabe von festem CsCl, entsprechend der für die

*B. thuringiensis* Plasmid DNA gemachten Angaben, über einem CsCl-Gradienten gereinigt.

Aus 100 ml Kulturlösung werden 50-100 µg Hybrid-Plasmid DNA gewonnen.

## II. $\delta$ -Endotoxin Antigen und Ziegen-Antikörper

### II.1. Herstellung von $\delta$ -Endotoxin Kristallkörper-Antigen:

*Bacillus thuringiensis* (var. *kurstaki* HD 1, Stamm ETHZ 4449) wird in einer Fernbach-Flasche auf einem Medium nach Yousten und Rogoff, (A.A. Yousten und M.H. Rogoff<sup>5)</sup>) wie zuvor beschrieben, jedoch mit einem erhöhten Glukoseanteil (0,3 % anstatt 0,1 %), kultiviert.

Die Inkubationszeit beträgt 4-5 Tage bei einer Temperatur von 30°C. Die Kolonien werden unmittelbar nach erfolgter Sporulation (*B. Trümpi*<sup>8)</sup>) geerntet. Zur Trennung von Sporen und Parasporalkörpern wird die Methode von Delafield et al. (F.P. Delafield et al.<sup>9)</sup>) verwendet.

#### a) Trennung von Sporen und Kristallkörper:

- Suspendieren autolyasierter Kulturen in 1M NaCl/0.02 M Kaliumphosphat-Puffer (pH 7.0) mit 0.01 % Triton-X-100 (Merck).
- Filtrieren der Suspension zur Abtrennung particulärer Bestandteile, wie Agar-Reste u.a..
- Zentrifugieren.
- Mehrmaliges Waschen des Sediments mit der oben beschriebenen Lösung, bis nur noch Spuren von Bestandteilen, die bei 260 nm absorbieren, im Ueberstand vorhanden sind.
- Waschen der particulären Bestandteile in 0.2 M NaCl 0.004 M Phosphat-Puffer (pH 7.0)/0.01 % Triton-X-100.
- Wiederholen des Waschvorgangs mit 0.01 % Triton-X-100.
- Resuspendieren der Partikel in Wasser.
- Entfernen der restlichen Zellen aus der Suspension.
- 3-maliges Zentrifugieren und anschliessendes Waschen der zurückgebliebenen Sporen und Kristalle in 0.02 M Phosphat-Puffer (pH 7.0)/0.01 % Triton-X-100.

- Ueberführen der Suspension, in 182 ml desselben Puffers, der in einen zylindrischen Scheidetrichter, der 105 g einer 20 %igen (w/w) wässrigen Natriumdextransulfat 500-Lösung (Sigma), 13.2 g festes Polyethylenglykol 6000 (Merck), 3.3 ml 3 M Phosphat-Puffer (pH 7.0) sowie 7.5 g NaCl enthält.
- Schütteln zur Lösung der festen Bestandteile.
- Einstellen des Volumens auf 600 ml durch Zugabe einer gut durchmischten Lösung gleicher Zusammensetzung, aber ohne bakterielle Bestandteile.
- Kräftig schütteln.
- 30 Minuten bei 5°C stehen lassen.
- Nach erfolgter Phasentrennung Abziehen der oberen Phase (enthält den Grossteil der Sporen aber nur sehr wenig Kristalle).
- Zentrifugieren der oberen Phase.
- Ueberführen des Ueberstands in den Scheidetrichter zu der dort verbliebenen unteren Phase (enthält eine Mischung aus Sporen und Kristallen).
- Wiederholen des Extraktionsvorgangs.

Nach der 10ten Extraktion sind die Kristallkörper in der unteren Phase praktisch frei von Sporen und können durch Zentrifugation isoliert werden. Sowohl die Sporen, wie auch die Kristallkörper werden anschliessend 5 mal in kaltem destilliertem Wasser gewaschen. Die Kristallkörper werden als wässrige Suspension bei einer Temperatur von -5°C aufbewahrt.

#### b) Lösen der Kristallkörper

Ein Aliquot der kristallkörperhaltigen Suspension wird für 10 Minuten bei 12'000 g zentrifugiert. Das so gewonnene Sediment wird in 0,05 M Carbonat-Puffer und 10 mM Dithiothreitol (DTT, Sigma; die Mischungen von Carbonat-Puffer und Dithiothreitol wird im folgenden als Carbonat/DTT bezeichnet) in einer Konzentration von 5 mg Sediment/ml Carbonat/DTT-Mischung resuspendiert.



Nach 30 minütiger Inkubation bei 37°C werden die unlöslichen Partikel durch 10 minütige Zentrifugation bei 25'000 g abgetrennt. Der Ueberstand wird gegen Carbonat-Puffer dialysiert und anschließend auf seinen Proteingehalt und seine Aktivität im Biotest hin untersucht.

Für Aufbewahrungszwecke wird die Protoxinlösung in einzelne Portionen aufgeteilt, die tiefgefroren werden. Protein, das frei von DTT ist, hat beim Auftauen eine Gel-artige Konsistenz. Ein vollständiges Lösen des Proteins wird durch Zugabe von 1 mM DTT erreicht.

c) Inaktivierung Kristallkörper-gebundener Proteasen:

Serin Proteasen und Metall-Proteasen der Kristallkörpersuspension [Chestukhina et al. <sup>10)</sup>] werden durch Zugabe von Diisopropylfluorophosphat (DFP, Serva) und EDTA auf die im folgenden angegebenen Weise inaktiviert:

Die Kristallkörper werden in 0,01 M Phosphat-Puffer, pH 8,0 und 1 mM EDTA in einer Konzentration von 5-10 mg Kristallkörper/ml Puffer/EDTA-Mischung, suspendiert. Die Suspension wird dann mit Ultraschall behandelt, bis eine monodisperse Lösung vorliegt (dies wird mit Hilfe eines Lichtmikroskops überprüft).

In einem Abzug wird, unter den üblichen Sicherheitsvorkehrungen, 1 mM DFP zu der Suspension zugegeben. Das Röhrchen, das die Suspension enthält, wird luftdicht verschlossen und kräftig geschüttelt. Nach Inkubation über Nacht bei Raumtemperatur wird die inaktivierte Suspension so lange dialysiert, bis ein Gleichgewicht gegenüber H<sub>2</sub>O und 1 mM EDTA erreicht ist.

## II.2. Immunisierung von Ziegen

Das Antigen wird hergestellt aus Kristallkörpern des *B. thuringiensis* Serotyp H-3 durch Auflösen der Kristallkörper in Carbonat/DTT, Dialysieren der so erhaltenen Lösung gegen Carbonat-Puffer und 1 mM DTT und Reinigen des Antigens durch Steril-Filtration unter Verwendung eines 0,45 µm Millipore Filters.

Die Antigen-Lösung wird mit "komplettem Freund's Adjuvants" (Bacto) in einem Verhältnis von 1:1 gemischt und bei 4°C gelagert.

In der Versuchsstation der CIBA-GEIGY AG in St. Aubin (Fribourg, Schweiz), werden 2 Ziegen mit H-3 Protoxin immunisiert. Jede der beiden Ziegen erhält eine intracutane Injektion von 0,5 mg Antigen und eine subcutane Injektion von 1,5 ml Pertussis (Behring), letzteres zur Steigerung der Immunreaktion. Die gesamte Behandlung wird an den Tagen 0, 28 und 76 durchgeführt. Blutproben werden am 35., 40., 84. und 89. Tag abgenommen, wobei am 35. Tag 5 ml und an den übrigen Tagen je 80 ml entnommen werden.

Nach Koagulation des Blutes werden die Seren zur Inaktivierung des Komplement-Systems für 30 Minuten bei 56°C inkubiert. Die Seren werden bei -20°C aufbewahrt.

## II.3. Reinigung und [<sup>125</sup>I]-Markierung der Ziegen-H3 Antikörper

### a) Reinigung des Immunglobulin:

Die IgG (Immunglobulin G) Fraktion des Ziegen H<sub>3</sub>-Antiserums wird durch Ammoniumsulfat-Präzipitation gereinigt, gefolgt von einer Chromatographie an DEAE Cellulose und einer Analyse auf Ouchterlony Immundiffusionsplatten (O. Ouchterlony<sup>11)</sup>) entsprechend der von Huber-Lukac (H. Huber-Lukac<sup>12)</sup>) beschriebenen Methode.

Dabei werden 30 ml 3,2 M Ammoniumsulfat zu 15 ml Ziegen-H<sub>3</sub>-Antiserum in 15 ml PBS<sup>1</sup> (0,01 M Phosphat-Puffer, pH 7.4 und 0,8 % NaCl) zugetropft. Die Mischung wird für 15 Minuten stehengelassen. Nach Zentrifugation der Mischung (10'000 g, 20 min), wird das Sediment in

7,5 ml PBS<sup>1</sup> wiederaufgenommen, dreimal bei einer Temperatur von 4°C gegen 1000 ml PBS<sup>1</sup> dialysiert, anschliessend gegen 1000 ml 0,01 M Phosphat-Puffer pH 7.8 dialysiert und zuletzt zentrifugiert (3000 g, 20 min).

Der Ueberstand wird auf eine 30 ml DEAE-Säule aufgetragen und bei RT mit 0,01 M Phosphatpuffer pH 7.8 eluiert (Durchflussrate: 20-80 ml/h). Die Fraktionen des ersten Peak werden gepoolt und lyophilisiert. Die durchschnittliche IgG-Ausbeute liegt bei 180 mg/15 ml Serum. Die Reinheit der IgG Fraktion wird mit Hilfe der Immundiffusion (O. Ouchterlony<sup>11</sup>) gegen Anti-Ziegen-IgG Antikörper und gegen Anti-Ziegen-Serum Antikörper des Kaninchens (Miles Laboratories) überprüft.

Die weitere Reinigung der Antikörper erfolgt durch Absorption an einer Sepharose® (Pharmacia) Säule die H<sub>3</sub>-Protoxin gebunden enthält. Die Bindung des Protoxin an CNBr-Sepharose® (Pharmacia) wird entsprechend der vom Hersteller gemachten Angaben durchgeführt, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

1 g CNBr-aktivierte Sepharose® 6MB wird für ein Gel-End-Volumen von 3 ml abgewogen. Das Gel wird gewaschen und auf einer Glasfritte unter Verwendung von 200 ml 1 mM HCl erneut gequollen. Das H<sub>3</sub>-Antigen Protein, das man wie oben unter Punkt II.1.c beschrieben erhält, wird in 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> und 0,5 M NaCl gelöst. 1 ml des Gels enthält dann 5-10 mg Protein. Die Gel-Suspension und das Antigen werden für 2 Stunden bei Raumtemperatur vermischt. Das überschüssige Protein wird durch Waschen mit 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> (pH 8.3), 0,5 M NaCl und 0,5 M Ethanolamin entfernt. Ein weiterer Waschvorgang schliesst sich an mit 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> (pH 8.3) und 0,5 M NaCl, gefolgt von 0,1 M CH<sub>3</sub>COONa (pH 4) und 0,5 M NaCl. Der letzte Waschvorgang wird dann wieder mit 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> und 0,5 M NaCl durchgeführt.

Das Protein-Sepharose®-Konjugat kann anschliessend in eine Pharmacia-K9-Säule (Pharmacia) gepackt werden. Das IgG kann dann an dieser Säule sehr effektiv gereinigt werden.

Spezifisch gebundene Antikörper werden mit 3 M KSCN eluiert und gegen PBS<sup>2</sup> (10 mM Natrium-Phosphat pH 7.8, 0,14 M NaCl) dialysiert. Die Antikörper werden anschliessend unter Verwendung der Chloramin-T Methode (Amersham Büchler Review<sup>13</sup>) mit <sup>125</sup>I radioaktiv markiert.

b) Iod-Markierung:

1 m Ci Natrium-jodid-<sup>125</sup>I wird in ein Röhrchen mit 100 µl 0,5 M Phosphat-Puffer (pH 7.2) gegeben. Unter ständigem Rühren werden 5 µg der Protein-Lösung (0,5 mg/ml in TBS), und 50 µg Chloramin T in 0,05 M Phosphat-Puffer (pH 7.2) hinzugefügt. Nach einminütiger Inkubation bei RT erfolgt die Zugabe von 120 µg Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Freies Jod wird von dem markierten Protein über eine 0,9 x 12 cm Säule, gepackt mit Sephadex® G-25, abgetrennt. Um eine Absorption des markierten Proteins an die Säule zu verhindern, lässt man zunächst 0,5 ml BSA (100 mg/ml) durch die gepackte Säule laufen. Danach wird das markierte Material quantitativ auf die Säule überführt und mit Phosphatpuffer (pH 7.2) eluiert. Die Fraktionen (1 ml) werden gesammelt, bis das gesamte Protein eluiert ist.

III. Klonieren der δ-Endotoxin-Gene

Eine partielle Sau3A-DNA-Bibliothek der *B. thuringiensis* var. kurstaki HD1, Stamm ETHZ 4449 Plasmid DNA im wesentlichen entsprechend den Angaben bei Maniatis et al. (T. Maniatis et al.<sup>14</sup>) hergestellt und in die BamHI-Restriktionsstelle von pBR322, das als Vektor DNA fungiert, subkloniert, wie unten beschrieben:

III.1. Partielle Verdauung hochmolekularer *B. turingiensis* DNA

Die Verdauung mit Sau3A wird in der Weise durchgeführt, dass die Anfärbung der DNA-Bruchstücke auf dem Agarose-Gel mit Ethidiumbromid bevorzugt im 2-10 Kb-Bereich erfolgt. Dies wird durch Anwendung der von Maniatis et al. (T. Maniatis et al.<sup>14</sup>) beschriebenen Methode erreicht.

Die Auftrennung der partiell zerstückelten DNA wird auf einem präparativen Agarose-Gel durchgeführt, wie es in Abschnitt IV.2. b beschrieben ist oder vorzugsweise auf einem NaCl Salz-Gradienten. Man stellt den linearen Salz-Gradienten zwischen 5 und 20 % NaCl in

TE-Puffer ein und zentrifugiert bei 35 Krpm für 3 Stunden in einem SW 40 Ti Beckman Rotor. Die gesammelten Fraktionen werden durch Zugabe von Ethanol präzipitiert und auf einem Agarose-Gel analysiert.

10 µg des Plasmids pBR322 werden mit 10 Einheiten der Endonuclease BamHI in 50 µl 10 mM Tris-HCl, pH 7.4, 100 mM NaCl und 10 mM MgCl<sub>2</sub> bei 37°C 1-2 h verdaut.

Die Phosphatase-Behandlung der gespaltenen DNA wird folgendermassen durchgeführt:

10 µg DNA werden zunächst in 50 µl Tris-HCl, pH 8, gelöst, anschliessend erfolgt die Zugabe von alkalischer Phosphatase aus Rinderdarm (Boehringer) in einer Konzentration von 3 Einheiten/µg DNA. Nach einer 30 minütigen Inkubation bei 37°C wird die DNA zweimal mit Phenol behandelt und anschliessend mit Chloroform extrahiert. Nach erfolgter Ethanol-Prezipitation wird die DNA in 20 µl H<sub>2</sub>O resuspendiert und für die Verknüpfungs-Reaktion mit den durch partielle Sau3A-Verdauung erhaltenen DNA-Bruchstücken verwendet. Die Reaktion wird folgendermassen durchgeführt: Zu 0,4 µg Sau3A verdauter DNA in 10 µl H<sub>2</sub>O werden 0,1 µg des Phosphatase behandelten Vektors hinzugegeben.

Die Verknüpfungsreaktion wird erreicht durch Zugabe von 50 mM Tris-HCl, pH 7.4, 1 mM ATP, 10 mM MgCl<sub>2</sub> und 15 mM DTT, mit nachfolgender Applikation von 20 Einheiten T<sub>4</sub> DNA Ligase (Biolabs). Nach einer Inkubation bei 15°C über Nacht wird die DNA zur Transformation von kompetenten E.coli HB101 Zellen verwendet.

Alternativ zur Herstellung einer partiellen Sau3A-Bibliothek kann auch eine DNA-Bibliothek von *B. thuringiensis* (var. kurstaki HD1, Stamm ETH2 4449) durch vollständige BamHI und teilweise ClaI-Verdauung der Plasmid-DNA erstellt werden. Danach erfolgt die Klonierung in pBR322 zwischen den ClaI- und BamHI-Schnittstellen.

### III.2. Transformation mit Hilfe des Calciumchlorid-Verfahrens:

Die Bereitstellung kompetenter Zellen erfolgt durch Behandlung von Zellen, die bis zu einer Populationsdichte von  $5 \times 10^7$  Zellen/ml herangewachsen sind, mit Calciumchlorid (Maniatis et al.<sup>15</sup>).

Die Transformation wird erreicht durch Zugabe von DNA zu diesen Zellen. Anschliessend werden die Zellen 3 Minuten bei 42°C inkubiert gefolgt von einer Verdünnung mit 1 ml LB-Medium, einer Inkubation während 60 Minuten bei 37°C sowie der Verteilung auf selektive Medien unter Verwendung allgemein bekannter Methoden (T. Maniatis et al.<sup>15</sup>).

### III.3. Herstellen roher Zell-lysate

Die Kolonien, die das  $\delta$ -Endotoxin-Gen enthalten, exprimieren ein Protein mit einer ähnlichen biologischen Aktivität wie die gereinigten und gelösten Toxin-Kristalle (H.E. Schnepf et al.<sup>16</sup>). Sie werden daher mit Hilfe immunologischer Methoden unter Verwendung von Ziegen-Antikörpern (den H<sub>3</sub>-Antikörpern), welche gegen B. thuringiensis var. kurstaki Kristallkörper-Protein hergestellt wurden, gescreent. Die Bakterienkolonien werden einzeln in 5 ml LB-Medium in Gegenwart von Ampicillin kultiviert. Zehn Kulturen werden jeweils gepoolt, geerntet und in 10 mM NaCl gewaschen; zuletzt werden die Zellen in 2 ml 400 mM NaCl, 0,1 M NaOH und 1 mM PMSF lysiert. Nach 20 minütiger Inkubation bei Zimmertemperatur werden die Lysate durch Zugabe von 20  $\mu$ l 2 M Tris-HCl, pH 7,0, neutralisiert. Nach Zentrifugation in einem SS34 Sorvall Rotor (20 min, 10'000 rpm) werden die Lysate ausgiebig gegen TBS (10 mM Tris-HCl, pH 7,5, 0,14 M NaCl) dialysiert.

### III.4. Radioimmunologisches Screening der Zellextrakte

Die Extrakte werden mit Hilfe der Plastikbecher-Methode, wie sie bei Clarke et al. (L. Clarke et al.<sup>17</sup>) beschrieben ist, radioimmunologisch auf Anwesenheit von  $\delta$ -Endotoxin-Antigen hin untersucht. Einzelne Plastikbecher werden über Nacht mit 150  $\mu$ l gereinigten H<sub>3</sub>-Gans-Antikörpern (10  $\mu$ g/ml) in 10 mM Tris-HCl, pH 9,3, beschichtet und über Nacht bei 4°C aufbewahrt. Die Becher werden dreimal mit TBS/Tween (TBS + 0,5 % Tween 20) gewaschen, mit 150  $\mu$ l

des Bakterienextrakts gefüllt und für 6 Stunden bei 37°C inkubiert. Nach dem Waschen werden die Becher mit 150 µl [<sup>125</sup>I] markierten Kaninchen-Anti-Ziegen-H3-Antikörpern (60 ng, 10<sup>5</sup> cpm] in TBS, enthaltend 25 % Pferdeserum, versetzen und über Nacht bei Zimmertemperatur inkubiert. Nach erneutem Waschen mit TBS/Tween werden die einzelnen Plastikbecher in einem Szintillationszähler gemessen.

### III.5. Restriktionskarte und Lokalisation des δ-Endotoxin Gens auf dem rekombinanten Plasmid pK19

#### a) Restriktionskartierung:

Die Restriktionskarte des DNA-Klons pK19, die man nach dem oben beschriebenen immunologischen Screening der Sau3A-Bibliothek des *B. thuringiensis* HD1, ETHZ 4449 erhält, ist aus den Ergebnissen einmaliger, zweimaliger und dreimaliger Verdauungen der Plasmid-DNA mit verschiedenen Restriktionsenzymen ableitbar. Die Enzymverdauungen werden alle entsprechend den Anweisungen des Herstellers durchgeführt. Kurz gesagt wird die DNA (1 µg / 50 µl) zunächst in einem für die betreffenden Restriktionsendonucleasen geeigneten Puffer gelöst und anschliessend die verdaute DNA nach einer Inkubationszeit von 1-2 Stunden bei 37°C auf ein Agarose-Gel aufgetragen und einer Elektrophorese unterzogen. Falls eine weitere Behandlung mit einem zweiten Enzym nötig wird unter Bedingungen, welche inkompatibel mit dem ersten Enzym sind (beispielsweise aufgrund eines falschen Puffers), wird die DNA zunächst mit einer 1:1 Mischung von Phenol und Chloroform extrahiert, anschliessend mit Ethanol precipitiert und zuletzt unter den zuvor inkompatiblen Bedingungen (wie z.B. in einem Puffer, der für das 2. Enzym benötigt wird) inkubiert.

#### b) Southern transfer:

Die für das δ-Endotoxin kodierende Sequenz wird mit Hilfe der Hybridisierungsreaktion radioaktiv markierter RNA aus sporulierenden *B. thuringiensis*-Zellen, mit spezifischen Restriktionsfragmenten von pK19 bestimmt. Dies wird durch Anwendung der bei Southern (Southern<sup>18)</sup>) beschriebenen Transfer-Technik erreicht:

Entsprechend ihrer Grösse über ein Agarose-Gel elektrophoretisch aufgetrennte DNA-Fragmente werden denaturiert, auf ein Nitrozellulosefilter übertragen und immobilisiert. Die relative Lage der DNA-Fragmente im Gel wird dabei im Verlaufe ihres Transfers auf der Filter beibehalten. Die an den Filter gebundene DNA wird anschliessend mit  $^{32}\text{P}$ -markierter RNA hybridisiert; durch Autoradiographie wird dann die Position jeder einzelnen Bande lokalisiert, die komplementär zu der radioaktiven Probe ist.

Der DNA-Transfer vom Agarose-Gel auf Nitrozellulose-Papier wird entsprechend den Anweisungen bei Maniatis et al.<sup>19)</sup> durchgeführt.

c) Hybridisierung der Southern-Filter:

Die Vorhybridisierung und die eigentliche Hybridisierung werden entsprechend den Anweisungen bei Maniatis et al. (T. Maniatis et al.<sup>20)</sup>) mit den folgenden Modifikationen durchgeführt: Die gebakkenen Filter werden in einen durch Hitze verschweisbaren Plastikbeutel gegeben.

Pro  $\text{cm}^2$  Nitrozellulosefilter werden 0,2 ml einer Prehybridisierungsmixtur zugegeben.

Prehybridisierungsmixtur: 4 x SSC

50 % Formamid

0,2 % SDS

20 mM EDTA

25 mM Kaliumphosphat (pH 7.2)

5 x Denhard's Lösung

100  $\mu\text{g}/\text{ml}$  denaturierte Kalbsthymus-DNA

Die Beutel werden in der Regel für 3-4 Stunden bei  $37^\circ\text{C}$  inkubiert.

Die Prehybridisierungsmixtur wird entfernt und durch die folgende Hybridisierungsmixtur (50  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$  Nitrozellulosefilter) ersetzt.



Hybridisierungs-Mixtur: Gleiche Zusammensetzung wie die Prehybridisierungsmixtur, aber jetzt mit  $^{32}\text{P}$ -markierter denaturierter RNA Probe ( $10^6$ - $10^7$  cpm/Filter), hergestellt entsprechend den unten unter Punkt III.5.d. gemachten Angaben.

Die Beutel werden gewöhnlich bei  $37^\circ\text{C}$  über Nacht aufbewahrt. Nach der Hybridisierung werden die Filter 15 Minuten in  $2 \times \text{SSC}$  und  $0,1 \%$  SDS bei RT gewaschen, wobei besagter Waschvorgang zweimal wiederholt wird; anschliessend werden die Filter 60 Minuten in  $0,1 \times \text{SSC}$  und  $0,1 \%$  SDS gewaschen. Die Filter werden auf Whatman 3MM Papier getrocknet und für die Autoradiographie vorbereitet.

d) Isolation und radioaktive Markierung der B. thuringiensis var. kurstaki RNA.

B. thuringiensis var. kurstaki Zellen werden auf einem Rogoff-Medium, enthaltend  $0,1 \%$  Glucose (A.A. Yousten and M.H. Rogoff<sup>5</sup>) kultiviert. 500 ml Kulturen werden in 2 Liter-Erlenmeier-Flaschen bei 300 rpm und  $30^\circ\text{C}$  geschüttelt. Während des Zellwachstums geht der pH-Wert von pH 7 auf etwa 4.8 zurück und steigt dann wieder auf Werte von pH 7 an. Zu diesem Zeitpunkt beginnen die Zellen zu verklumpen. Der Zeitpunkt, an dem der pH seinen Ausgangswert wieder erreicht, wird als Startpunkt der Sporulation angesehen. Die Zellen werden für weitere 5 bis 6 Stunden kultiviert. Man fügt dann Rifampicin ( $50 \mu\text{g/ml}$ ) hinzu und schüttelt die Zellen für weitere 10 Minuten. Die eisgekühlten Zellen werden geerntet und in  $10 \text{ ml } 4 \text{ M}$  Guanidinthiocyanat,  $0,5 \%$  Sarkosyl,  $25 \text{ mM}$  Natriumcitrat pH 7 und  $0,1 \text{ M}$  2-Mercaptoethanol resuspendiert. Die Zellen werden bei  $-80^\circ\text{C}$  tiefgefroren und anschliessend in einer 'French Press' aufgebrochen. Nach einer 15 minütigen Zentrifugation des Zellextraktes bei  $15'000 \text{ rpm}$  (Sorvall SS34 Rotor) werden  $0,5 \text{ g/ml}$  CsCl zu dem Ueberstand hinzugegeben, der dann in einem Beckman 60Ti Zentrifugenröhrchen auf eine aus  $5,7 \text{ M}$  CsCl,  $0,1 \text{ M}$  EDTA bestehende Unterlage aufgeschichtet wird. Nach erneuter Zentrifugation für 20 h bei

38'000 rpm wird das RNA-Pellet mit Ethanol gewaschen, getrocknet, in 7 M Guanidinhydrochlorid gelöst und mit Ethanol präzipitiert. Die Gesamt-RNA aus sporulierenden Zellen wird dephosphoryliert und mit [ $^{32}$ P] ATP und T4 Polynukleotid-Kinase nach standardisierten Verfahren (N. Maizels<sup>21</sup>) markiert.

#### RNA Markierung mit Polynukleotid-Kinase:

Etwa 1  $\mu$ g RNA wird durch Erhitzen in 50 mM Tris-HCl (pH 9.5) einer milden alkalischen Hydrolyse unterworfen; Zeit und Temperatur der Inkubation: 20 Minuten bei 90°C.

Die Hydrolyse liefert freie 5' Hydroxylgruppen, die als Substrate für die Polynukleotid-Kinase dienen. Die Hydrolyse wird in versiegelten Kapillarröhrchen mit einem Gesamtvolumen von 4  $\mu$ l durchgeführt. Die Kinase Markierung erfolgt in Reaktionseinheiten von 10  $\mu$ l, die 50 mM Tris-HCl (pH 9.5), 10 mM MgCl<sub>2</sub>, 5 mM Dithiothreitol, 5 % Glycerol und 1  $\mu$ M [ $\gamma^{32}$ P]-ATP, markiert mit einer spezifischen Aktivität von 6000 Ci/mmol, enthalten. Jede Reaktionseinheit enthält etwa 1  $\mu$ g RNA und 2  $\mu$ l T4 Polynukleotid Kinase, die Reaktion wird bei 37°C über einen Zeitraum von 45 Minuten durchgeführt. Es entsteht auf diese Weise eine RNA mit einer spezifischen Aktivität von ca.  $3 \times 10^7$  Cerenkov cpm/ $\mu$ g. Die RNA wird vom [ $\gamma^{32}$ P]-ATP durch dreimalige Ethanol Präzipitation in Gegenwart von 5  $\mu$ g eines tRNA Carriers abgetrennt.

#### III.6. Identifizierung von Klonen, die für das $\delta$ -Endotoxin, in der BamHI/ClaI Plasmid DNA Bibliothek, kloniert in pBR322, codieren: Die pK 25 Serie

##### a) In situ Hybridisierung bakterieller Kolonien:

Die Koloniehybridisierung (M. Grunstein and D. Hogness<sup>22</sup>) wird durchgeführt durch Ueberführen der Bakterien von einer die Basis-kultur enthaltenden Platte ("master plate") auf einen Nitro-cellulosefilter. Die auf dem Filter befindlichen Kolonien werden anschliessend lysiert und die freigesetzte DNA wird durch Erhitzen auf dem Filter fixiert. Nach Hybridisierung mit einer  $^{32}$ P-markierten

Probe wird der Filter mit Hilfe der Autoradiographie kontrolliert. Eine Kolonie, deren DNA bei der Autoradiographie ein positives Ergebnis bringt, kann dann von der die Basiskultur enthaltend n Platte gewonnen werden.

Für das Screening der BamHI/ClaI Plasmid DNA Bibliothek, kloniert in pBR322, wird ein innerhalb des  $\delta$ -Endotoxins gelegenes DNA-Fragment verwendet. Die Methode ist bei Maniatis et al. (T. Maniatis et al.<sup>23</sup>) beschrieben.

Die Filter werden mit einer  $^{32}\text{P}$ -markierten Probe, die gemäss der nachfolgend unter Punkt III.6.b beschriebenen Methode hergestellt wird, hybridisiert.

Zur Herstellung eines Autoradiographiebildes wird der Filter in "Saran Wrap" eingeschlagen und einem Röntgenfilm ausgesetzt.

Die positiven Klone werden von der die Basiskultur enthaltenden Platte isoliert und analysiert. Sie besitzen neben einer DNA-Sequenz, die für das Toxin kodiert, die DNA flankierende Region, was anhand immunologischer Verfahren (siehe Punkt III.4. oben) sowie von Restriktionskartierungen (siehe Punkt III.5. oben) und in einem in vivo Biotest (siehe Punkt III.7. unten) nachgewiesen werden konnte. Diese Klone werden im folgenden mit pK25-i bezeichnet, wobei i für eine Zahl zwischen 1-7 steht.

#### b) DNA-Nick-Translation:

Eine Radionuklid-Markierung eines internen DNA-Fragments des  $\delta$ -Endotoxin Gens wird nach dem im folgenden beschriebenen Verfahren durchgeführt:

Mixtur: 3  $\mu\text{l}$  DNA ( 1 $\mu\text{g}$ )

- 1,5  $\mu\text{l}$  Nick Translation Puffer (10-fach konzentriert:  
0,5 M Tris, pH 8, 0,05 M  $\text{MgCl}_2$ )
- 1,5  $\mu\text{l}$  2,5 mM d Guanosin-5'-triphosphat (GTP)
- 1,5  $\mu\text{l}$  2,5 mM d Cytidin-5'-triphosphat (CTP)
- 1,5  $\mu\text{l}$  2,5 mM d Thymidin-5'-triphosphat (TTP)



2,5 µl H<sub>2</sub>O  
0,75 µl BSA (1 mg/ml)  
1,5 µl 100 mM β-Mercaptoethanol

vermischen und zu 100 µCi getrocknetem [<sup>32</sup>P-α]-ATP [10 mCi/mmol]  
hinzugeben  
gut durchmischen,  
0,75 µl einer 1 x 10<sup>-4</sup>-Lösung von DNaseI (1 mg/ml) in Nick Trans-  
lations Puffer hinzufügen,  
1 Minute bei RT inkubieren, auf Eis überführen  
1 µl E.coli Polymerase I (Biolabs; Endvolumen: 15 µl) zugeben.  
3 Stunden bei 15°C inkubieren,  
bei 65°C 10 Minuten erhitzen, 35 µl 50 mM EDTA und 10 µl tRNA  
Stammlösung (100 µg) hinzufügen.  
Nicht eingebaute Nukleotide werden durch Chromatographie an einer  
kleinen Sephadex-G50-Säule abgetrennt.

c) Subklonieren des kompletten δ-Endotoxin Gens im pUC8-Vektor: des  
pK36 Klons

Der pUC8-Vektor (New England Biolabs) wird mit den Restriktions-  
enzymen HincII und PstI sowie durch Behandlung mit alkalischer  
Phosphatase (siehe Punkt III.1. oben) vollständig verdaut. Das  
HpaI/PstI-Fragment von pK25-7 (siehe Punkt III.6.a) oben), das für  
das δ-Endotoxin-Gen kodiert (Tabelle 2) wird mit der Vektor DNA  
verknüpft und in E.coli HB101 Zellen transformiert. Einer der  
korrekt transformierten Klone erhält die Bezeichnung pK36.

III.7. Biotest zur Bestimmung des B. thuringiensis Toxins:

Zu dem gereinigten Lysat, das entsprechend den unter Punkt III.3.  
gemachten Angaben erhalten werden kann, wird Ammoniumsulfat in einer  
30 % Sättigungskonzentration hinzugegeben. Das Präzipitat wird in  
2 ml 50 mM Natriumcarbonat, pH 9.5, gelöst und gegen den gleichen  
Puffer dialysiert. Als Kontrolle werden E.coli Extrakte hergestellt,  
die zwar die Vektor DNA aber ohne eingebaute B. thuringiensis DNA  
enthalten. Die E.coli Zelleextrakte werden zunächst mit Ultraschall

behandelt, anschliessend werden 4 Konzentrationen entsprechend dem Toxin-Gehalt in den Extrakten hergestellt und mit 0,1 % (v/v) eines Benetzungsmittels vermischt.

Blattscheibchen von Baumwollpflanzen, die unter kontrollierten Bedingungen in einer Klimakammer (25°C, 60 % relative Luftfeuchtigkeit) herangezogen worden sind, werden in die E.coli Zellextrakt-Suspensionen eingetaucht. Heliothis virescens Larven im ersten Larvenstadium (30 Larven pro Konzentration), die zuvor in einem Fitnessstest standardisiert worden sind, werden dann auf die getrockneten Blattscheibchen gesetzt und einzeln für 3 Tage bei 25°C inkubiert.

Die Mortalität wird in % gemessen, wobei nur die Kriterien 'tot' oder 'lebendig' Anwendung finden. Die Extrakte, die Mortalität hervorrufen, besitzen daher bioinsektizide Aktivität, die von der klonierten B. thuringiensis DNA stammt.

#### IV. DNA-Sequenzierung

Beide Stränge der DNA-Fragmente, die für das  $\delta$ -Endotoxin-Gen kodieren, werden nach der Methode von F. Sanger et al.<sup>24)</sup> unter Verwendung des M13 Systems (J. Messing<sup>25)</sup>) sequenziert.

##### IV.1. Klonieren des $\delta$ -Endotoxin-Gens in die replikative DNA-Form des M13

Aus der Restriktionskartierung des klonierten  $\delta$ -Endotoxin-Gens und der Southern-Blot-Analyse lässt sich erkennen, dass das Gen auf zwei DNA Fragmenten von pK36 lokalisiert ist: HpaI (Position 0 auf der Sequenz) bis HindIII (Position 1847) und EcoRI (Position 1732) bis PstI (Position 4355). Das erste Fragment wird in M13mp8 (New England Biolabs) zwischen der einzigen HincII und der einzigen HindIII Stelle in einer Reaktion kloniert, die analog dem oben beschriebenen Verknüpfungs-Prozess abläuft.

#### IV.2. Herstellung einer aufeinanderfolgenden Reihe überlappender Klone

Zur Verkürzung des HpaI-HindIII DNA Fragments, das für das 5'-Ende des Gens kodiert, kommt die Bal31 Methode (M.Poncz et al.<sup>26</sup>) zur Anwendung. Besagtes Verkürzen wird folgendermassen durchgeführt:

Das Fragment wird in M13mp8 zwischen den einzigen HincII und HindIII-Stellen kloniert. 10 mg der replikativen DNA Form wird mit der Restriktionsendonuclease HindIII linearisiert und anschliessend mit der Endonuclease Bal31 in 100 µl 600 mM NaCl, 12 mM CaCl<sub>2</sub>, 12 mM MgCl<sub>2</sub>, 20 mM Tris·HCl, pH 8 und 1 mM EDTA, behandelt. Diese Mischung wird bei 30°C für 5 Minuten vorinkubiert. Anschliessend werden 5 Einheiten Bal31 zugegeben. Unmittelbar nach dieser Zugab sowie nach 2, 4, 6, 8, 10 und 12 Minuten werden jeweils 13 µl entnommen. Um hier eine weitere Reaktion zu verhindern werden gleich nach erfolgter Entnahme 25 µl Phenol und 40 µl TE-Puffer zugesetzt. Diese Mixtur wird zentrifugiert, mit Chloroform extrahiert und mit Ethanol präzipitiert. Das so erhaltene DNA Präzipitat wird in 20 µl 100 mM NaCl, 20 mM Tris·HCl und 10 mM MgCl<sub>2</sub> resuspendiert und mit einem zweiten Enzym verdaut, das auf der anderen Seite des ursprünglich klonierten Fragments gefunden wird; im vorliegenden Fall handelt es sich dabei um BamHI. Nach Auftrennung in einem Agarose-Gel entsprechend der Grösse, werden die verkürzten Fragmente mit Ethidiumbromid gefärbt und unter langwelligem UV-Licht bei 366 nm sichtbar gemacht.

Der Teil des Agarose-Gels, der die gekürzten Fragmente enthält, wird aus dem Gel herausgeschnitten, bei 65°C verflüssigt, auf 500 mM NaCl eingestellt und bei 65°C für 20 Minuten inkubiert. Ein Volumenteil Phenol (äquibriert mit 10 mM Tris·HCl, pH 7.5, 1 mM EDTA, 500 mM NaCl) wird zugegeben.

Die wässrige Phase wird zweimal mit Phenol und einmal mit Chloroform reextrahiert. Die DNA wird mit 2,5 Volumenteilen kalten absoluten Ethanol präzipitiert und durch Zentrifugation gesammelt. Das DNA Pellet wird mit kaltem 80%igen Ethanol gewaschen und anschliessend im Vakuum getrocknet. Die DNA wird dann in 20 µl TE resuspendiert.

Die Fragmente werden successiv um 200-300 Bp verkürzt und besitzen auf der einen Seite des Fragments eine einzelne BamHI Restriktionsstelle und ein glattes Ende auf der anderen Seite. Diese Fragmente werden in einem M13mp8 Vektor kloniert, der zuvor durch zweifache Verdauung mit BamHI und HincII, wie oben unter Punkt IV.1 beschrieben, linearisiert wird.

Bei dem oben beschriebenen Verfahren wird die DNA Sequenz nur eines DNA Stranges erhalten, die bei der HindIII Restriktionsstelle beginnt und in Richtung der BamHI-Stelle fortschreitet.

Die Vorgehensweise für Sequenzierung des komplementären DNA-Stranges desselben DNA-Fragments sowie die Restriktions-Schrittstellen der für die Sequenzierung verwendeten Endonucleasen, d.h. in erster Linie für die Verkürzung des zweiten DNA Fragments, weiterhin das EcoRI/Pst I-Fragment und dessen Sequenzierung sind in Abbildung 1, modifiziert nach Poncz et al. <sup>26)</sup> und in Tabelle 1 wiedergegeben.

#### IV.3. Transformation des E.coli Stammes JM103:

E.coli JM 103 Zellen werden auf M9 Maximal-Medium kultiviert. Die Transformation wird folgendermassen durchgeführt:

1. Eine einzelne E.coli JM 103 Kolonie in 2xYT inokulieren; über Nacht bei 37°C unter ständigem Rühren aufbewahren;
2. 40 ml 2xYT mit 200 µl der entsprechend Schritt 1 erhaltenen Kultur inokulieren;

3. Bei 37°C unter ständigem Rühren bis zu einer OD<sub>550</sub> von 0,5 kultivieren;
4. Auf Eis 5 Minuten inkubieren;
5. Bei 6000 rpm 5 Minuten in einem vorgekühlten SS34 Sorvall Rotor zentrifugieren;
6. Die Zellen in 20 ml einer 50 mM sterilen eisgekühlten CaCl<sub>2</sub>-Lösung (CaCl<sub>2</sub>-Lösung sollte jeweils frisch hergestellt werden) suspendieren;
7. Auf Eis 40 Minuten inkubieren;
8. Bei 6000 rpm 5 Minuten in einem SS34 Sorvall Rotor zentrifugieren;
9. Die Zellen in 3 ml einer eisgekühlten CaCl<sub>2</sub>-Lösung suspendieren;
10. 1-5 µl DNA oder 7-15 µl einer Ligase Formulierung zu 200 µl der entsprechend Schritt 9 erhaltenen Zellen zugeben;
11. Auf Eis 30 Minuten inkubieren;
12. Bei einer Temperatur von 42°C, 3 min inkubieren;
13. 200 µl der entsprechend Schritt 1 erhaltenen Zellen zugeben;
14. Oberflächenagar aufkochen und bei 42°C aufbewahren;
15. Röhrchen mit 3 ml Oberflächenagar, 30 µl X-GAL (20 mg/ml Dimethylsulfoxid) und 30 µl IPTG (20 mg/ml H<sub>2</sub>O) füllen;
16. Sorgfältig durchmischen und sofort in zuvor erwärmte 1xYT Platten überführen;



17. Platten für ca 1 Stunde trocknen lassen;

18. Platten umdrehen und bei 37°C inkubieren.

Die auf diese Weise erhaltenen Plaques sind für die weitere Behandlung geeignet.

Kontrollen: - | 200 µl kompetente Zellen ohne exogene DNA  
              + | 1 µl M13mp8 (replikative DNA-Form, 10 ng) + 200 µl kompetenter Zellen

IV.4. Herstellung der replikativen Form einer rekombinanten Phagen DNA

1. Einzelne weisse Plaques vorsichtig in 9 ml 2xYT und 1 ml der nach Schritt 1 Teil IV.3 erhaltenen Kultur überführen und 7 Stunden bei 37°C inkubieren

2. Bei 4000 rpm 10 Minuten zentrifugieren;

3. Ueberstand über Nacht bei 4°C aufbewahren;

4. 10 ml des entsprechend Schritt 3 erhaltenen Ueberstandes sowie von 10 ml der entsprechend Schritt 1, Teil IV.3 erhaltenen Kultur in 1 l 2xYT inokulieren;

5. Bei 37°C 4 1/2 Stunden schütteln;

6. Bei 5000 rpm 15 min zentrifugieren;

7. Die Zellen in 10 ml einer 10 % Sucroslösung in 50 mM Tris·HCl, pH 8 suspendieren und abkühlen;

8. In 30 ml-Zentrifugenröhrchen überführen;

9. 2 ml frisch hergestellt Lysozym-Lösung (10 mg/ml 0,25 M Tris·HCl, pH 8) hinzugeben;

10. 8 ml 0,25 M EDTA zugeben und vorsichtig vermischen;
11. 10 min auf Eis inkubieren;
12. 4 ml 10 % SDS (oder 1,6 ml 25 % SDS) zugeben und mit einem Glasstab vermischen;
13. 6 ml 5 M NaCl (Endkonzentration: 1 M) zugeben und vorsichtig vermischen;
14. 1 Stunde auf Eis inkubieren;
15. 40 min bei 20'000 rpm in einem SS34 Sorvall Rotor zentrifugieren;
16. Ueberstand entnehmen und 1/10 Volumen 5 M NaCl und 15 ml 30 % PEG in TNE zugeben;
17. 2 Stunden oder über Nacht bei 4°C inkubieren;
18. Bei 8'000 rpm 15 Minuten zentrifugieren;
19. Pellets entnehmen und in 18 ml TE, pH 8 überführen;
20. 18 g CsCl (1 g/ml) zugeben;
21. Entweder in Ti-50-Röhrchen überführen und 0,4 ml Ethidiumbromid (10 mg/ml) zugeben oder in Ti-60-Röhrchen überführen unter Zugabe von 1,2 ml Ethidiumbromid (10 mg/ml).
22. Mit CsCl-Lösung (1 g CsCl + 1 ml TE) auffüllen;
23. Bei 35'000 rpm und 20°C 36-48 Stunden zentrifugieren;
24. Die unter UV-Licht (366 nm) sichtbaren unteren Band n entnehmen;

25. Mit mit Wasser gesättigtem Butanol 3-4 mal extrahieren;
26. Bei 4°C 3 mal jeweils gegen 1 l steriles TE dialysieren;

IV.5. Herstellen einer Einzelstrang DNA Matrize:

1. E.coli-JM 103-Zellen in 5 ml 2xYT-Medium bei 37°C über Nacht schütteln;
2. 2 Tropfen einer entsprechend Schritt 1 erhaltenen Zellsuspension zu 25 ml 2xYT Medium zugeben;
3. Zwei Röhrchen mit jeweils 2 ml der gemäß Schritt 2 erhaltenen Kultur-Lösung füllen und 1 Plaque pro Röhrchen, das entsprechend den Angaben unter Punkt IV.3. oben erhalten wird, zugeben;
4. 5 1/2 Stunden bei 37°C schütteln;
5. Röhrcheninhalt in Eppendorf-Röhrchen überführen und 5 Minuten zentrifugieren;
6. 1 ml des Ueberstandes in frische Eppendorf-Röhrchen überführen;
7. 200 µl 20 % PEG 6000/2,5 M NaCl zugeben;
8. 15 Minuten bei RT inkubieren;
9. 5 Minuten zentrifugieren;
10. Ueberstand abheben und erneut kurzzeitig zentrifugieren;
11. Ueberstand vorsichtig abheben durch Ansaugen mit einer in die Länge gezogenen Pasteurpipette;
12. Zu dem verbleibenden Rest 100 µl TE und 50 µl Ph nol zugeben;

13. 10 Sekunden mischen (mit dem Vortex); 5 min stehen lassen;  
10 sec mischen (mit dem Vortex); 1 min zentrifugieren;
14. Wässrige Phase in frische Eppendorf-Röhrchen überführen;
15. 500 µl Ethylenether zugeben, mischen (Vortex) und 1 min zentrifugieren;
16. Ether durch Ansaugen entfernen und Röhrchen für 10 Minuten unverschlossen lassen (falls die wässrige Phase nach dieser Behandlung sehr trüb ist, sollte mit der Pasteurpipette Luft durchgeblasen werden, bis die Lösung klar ist);
17. 10 µl 3 M Natriumacetat und 250 µl Ethanol zugeben;
18. 30 Minuten bei -80°C inkubieren;
19. 5 Minuten zentrifugieren;
20. Mit 80 % Ethanol waschen;
21. 5 Minuten zentrifugieren;
22. Ueberstand mit verlängerter Pasteur-Pipette abheben;
23. Röhrchen 15 Minuten unverschlossen lassen;
24. Pellet in 25 µl TE lösen;
25. 2 µl der Pellet-Lösung auf ein 0,6 % Agarose-Gel auftragen;

#### IV.6. Sequenzierungsreaktion

Die DNA Sequenzanalyse der Matrizen-DNA, die entsprechend den Angaben unter Punkt IV.5. erhalten werden kann, wird nach der im Handbuch "M13 Klonierungs- und DNA Sequenzierungs-System", publiziert b i New England Biolabs, beschriebenen Methode durchgeführt.

Die Analyse der kompletten DNA-Sequenz zeigt, dass man lediglich einen offenen Leserahmen findet, der genügend lang ist für ein Protein mit einem MG von 130.622 und der für 1155 Aminosäuren kodiert.

Der N-Terminus des Proteins befindet sich 156 Bp stromabwärts der HpaI-Restriktionsstelle, die letzte Aminosäure des C-Terminus dagegen wird durch ein Kodon kodiert, das bei Nukleotid 3618 beginnt. Die DNA-Sequenz zwischen der HpaI und der PstI Schnittstelle ist in Tabelle 2, die daraus abgeleitete Aminosäuresequenz in Tabelle 3 wiedergegeben.

#### V. Expression des Endotoxin-Gens in Hefe-Zellen

##### V.1. Einführen einer NcoI Schnittstelle vor dem ersten AUG-Kodon des Gens

Um die Protein-kodierende Sequenz des *B. thuringiensis* Toxin-Gens mit dem PH05 Hefe-Promotor kombinieren zu können (beschrieben in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 100,561), wird die DNA-Sequenz in der Umgebung des Toxin Gens modifiziert. Diese Modifikation wird durch Oligonucleotid-vermittelte Mutagenese mit dem einzelsträngigen Phagen-Vektor M13mp8 erreicht, der ein 1,5 Kb BamHI-SacI Insert besitzt, das für die 5'-Region des Toxin-Gens kodiert. 200 ng des Inserts werden durch Verdauung von 3 µg Plasmid DNA des Plasmids pK36 mit BamHI und SacI und durch anschließende Isolierung des Fragments unter Verwendung von oben beschriebenen Standardmethoden erhalten. 100 ng der replikativen Form (RF) von M13mp8 werden mit den gleichen Enzymen verdaut, die DNA wird mit Phenol behandelt und durch Ethanol-Zugabe präzipitiert und anschließend mit 200 ng der oben erwähnten Insert-DNA verknüpft. Nach Transfektion von *E.coli* werden sechs weisse Plaques herausgegriffen und durch Restriktionsverdauungen unter Verwendung von BamHI und SacI analysiert. Ein korrektes Isolat wird ausgewählt und als M13mpl8/Bam-Sac bezeichnet.

Ein Oligonukleotid mit der Sequenz (5') GAGGTAACCCATGGATAAC (3') wird mit Hilfe an sich bekannter Methoden unter Verwendung eines 'APPLIED BIOSYSTEMS DNA SYNTHESIZER' synthetisiert. Diese Oligonucleotid ist komplementär zu einer Sequenz der M13mpl8/Bam-Sac, die von Position 141 bis Position 164 des Protoxin Gens reicht (Tabelle 2) und die in den Positionen 154 und 155 falsch gepaarte Nukleotidpaare ('Mismatch') aufweisen. Die allgemeine Vorgehensweise bei der Mutagenese ist bei J.M. Zoller und M. Smith (J.M. Zoller and M. Smith<sup>27</sup>) beschrieben. Etwa 5 µg einzelsträngiger M13mpl8/Bam-Sac-Phagen-DNA wird mit 0,3 µg phosphorylierten Oligonukleotiden in einem Gesamt-Volumen von 40 µl gemischt. Diese Mischung wird für 5 Minuten auf 65°C erhitzt, dann zunächst auf 50°C abgekühlt und anschliessend allmählich auf 4°C heruntergekühlt. Danach werden Puffer, Nucleotidtriphosphate, ATP, T4-DNA-Ligase und das grosse Fragment der DNA-Polymerase hinzugefügt und über Nacht bei 15°C, wie beschrieben (J.M. Zoller and M. Smith<sup>27</sup>) inkubiert. Nach einer Agarose-Gel-Elektrophorese wird zirkuläre doppelsträngige DNA gereinigt und mittels Transfektion in den E.coli Stamm JM103 eingeschleust.

Die resultierenden Plaques werden auf Sequenzen hin untersucht, die mit <sup>32</sup>P-markiertem Oligonukleotid hybridisieren; die Phagen werden mit Hilfe der DNA Restriktionsendonukleasen-Analyse untersucht. Unter den resultierenden Phagen werden die als Klone bezeichnet, die jetzt korrekterweise an Stelle von T in der pK36 DNA ein C an Position 154 und 155 aufweisen. Diese Phagen werden als M13mpl8/Bam-Sac/Nco bezeichnet.

#### V. 2. Verknüpfung des δ-Endotoxin-Gens mit dem PHO5-Hefe-Promotor

Das 1.5 Kb BamHI-SacI Insert des M13mpl8/Bam-Sac/Nco wird in das Plasmid pK36 zurückkloniert, indem das Wildtyp BamHI-SacI-Fragment von pK36 durch das mutierte 1,5 Kb Fragment unter Verwendung von zuvor beschriebenen Standard-Klonierungs Techniken ersetzt wird.

Dadurch entsteht das Plasmid pK36/Nco, das eine NcoI Restriktionsstelle unmittelbar vor dem ATG des Protoxin-Gens aufweist

Noc I

....GAGGTAAC/CCATGG/ATAAC.

5 µg dieses Vektors wird mit NcoI verdaut und die überhängenden 3' Enden werden mit Klenow Polymerase aufgefüllt, wie bei Maniatis et al.<sup>28)</sup> beschrieben. Anschliessend wird das Plasmid mit AhaIII verdaut, die DNA auf einem 0,8%igen niedrig schmelzenden Agarose-Gel aufgetrennt und wie oben beschrieben eluiert. 2 µg des Plasmids p3ly (beschrieben in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 100,561) wird mit EcoRI verdaut und die zurückgesetzten Enden werden wie zuvor beschrieben mit Klenow Polymerase aufgefüllt. Die Verknüpfung des stumpf endenden 3.6 Kb Protoxin Genfragments mit dem stumpf endenden Vektor p3ly erfolgt durch Inkubation von je 200 ng beider DNA's in 20 µl bei RT wie bei Maniatis et al.<sup>29)</sup> beschrieben. Nach Transformation einer Ampicillin Resistenz auf E.coli HB101 werden einzelne Klone einer Restriktionsanalyse unterzogen. Ein korrektes Isolat wird herausgesucht und mit der Bezeichnung p3ly/B.t. versehen. 1 µg dieser Plasmid DNA wird mit BamHI verdaut und das 4 Kb Fragment aus einem weichen Agarose Gel isoliert. Dieses Fragment wird mit dem selbst-replizierenden Hefe-Vektor pJDB207 (beschrieben in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 100,561) verknüpft, der zuvor ebenfalls mit BamHI (0,5 µg) verdaut worden ist. Positive Klone werden mit Hilfe der E.coli Transformation und der Plasmid DNA Aufarbeitung isoliert. Korrekte Isolate lassen sich anhand einer Restriktionsanalyse unter Verwendung von BamHI ermitteln.

Die Transformation des Hefe Stammes GRF18 /(<MAT $\alpha$ , leu 2-3, leu 2-112, his 3-11, his 3-15 can.<sup>R</sup>) wird entsprechend den Angaben in der Europäischen Patentanmeldung 100,561 durchgeführt.

### V.3. Ganze Hefe-Zellen mit einem rekombinanten B. thuringiensis Toxin-Gen im Biotest

Ganze Zellen mit dem B. thuringiensis Gen stellen eine Bioenkapsulierungs-Form (ein artifiziell erstelltes System, welches aus biologischem Material besteht, und wobei genetisches Material von

schützendem Material umgeben ist) für das MGE1-Produkt dar, das jetzt beim Aufbringen auf die Pflanzen besser gegen Abbau durch schädliche Einflüsse, wie z.B. Licht, geschützt ist, als das kristalline Produkt, das von *B. thuringiensis* im Rahmen der Sporulation gebildet wird und durch Aufbrechen der Zelle ins Medium gelangt.

Hefe-Zellen mit und ohne dem *B. thuringiensis* Toxin werden in destilliertem Wasser bis zu einer vergleichbaren optischen Dichte resuspendiert. Von besagter Suspension werden 4 Konzentrationen bereitgestellt und 0,2 % (v/v) eines Benetzungsmittels beigemischt. Für die Beurteilung der insektiziden Aktivität dieser Hefezell-Präparate wird der oben unter Punkt III.7 bereits beschriebene Blattscheiben-Test herangezogen.

Die insektizide Aktivität von *B. thuringiensis* transformierten Hefe Zellen auf im ersten Larvenstadium befindliche *Heliothis virescens* Larven wird in der folgenden Tabelle demonstriert.

Tabelle 4

Material	Konzentration	Mortalität in % (N = 30)
Zellen mit Toxin	1:5	72
	1:7,5	40
	1:11,3	37
	1:16,9	22
Zellen ohne Toxin	1:5	3
	1:11,3	0
Blattstückchen ohne Hefe:		
Kontrolle 1	--	0
Kontrolle 2	--	3

Aehnliche Ergebnisse sind erhältlich, wenn man Hefeextrakte, die entsprechend der Beschreibung in der Europäischen Patentanmeldung 100,561 hergestellt worden sind, anstelle von ganzen Hefezellen verwendet und diese im gleichen Biotest testet.



Für die Anwendung als Insektizide werden die transformierten Mikroorganismen, die das rekombinante *B. thuringiensis* Toxin-Gen enthalten, vorzugsweise transformierte lebende oder tote Hefe-Zellen, einschliesslich Gemischen aus lebenden und toten Hefe-Zellen, in unveränderter Form oder vorzugsweise zusammen mit den in der Formulierungstechnik üblichen Hilfsstoffen, eingesetzt und werden daher in an sich bekannter Weise formuliert, z.B. zu Suspensionskonzentraten, streichbaren Pasten, direkt versprühbaren oder verdünnbaren Lösungen, benetzbaren Pulvern, löslichen Pulvern, Stäubemitteln, Granulaten, und auch Verkapselungen in z.B. polymeren Stoffen.

Die Anwendungsverfahren wie Versprühen, Vernebeln, Verstäuben, Verstreuen, Bestreichen oder Giessen werden gleich wie die Art der Mittel den angestrebten Zielen und den gegebenen Verhältnissen entsprechend gewählt.

Die Formulierungen, d.h. die die transformierten lebenden oder toten Hefe-Zellen oder Mischungen davon und gegebenenfalls feste oder flüssige Hilfsmittel enthaltenden Mittel oder Zubereitungen werden in bekannter Weise hergestellt, z.B. durch inniges Vermischen der Hefezellen mit festen Trägerstoffen und gegebenenfalls oberflächenaktiven Verbindungen (Tensiden).

Als feste Trägerstoffe, z.B. für Stäubemittel und dispergierbare Pulver, werden in der Regel natürliche Gesteinsmehle verwendet, wie Calcit, Talkum, Kaolin, Montmorillonit oder Attapulgit. Zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften können auch hochdisperse Kieselsäure oder hochdisperse saugfähige Polymerisate zugesetzt werden. Als gekörnte, adsorptive Granulatträger kommen poröse Typen wie z.B. Bimsstein, Ziegelbruch, Sepiolit oder Bentonit, als nicht sorptive Trägermaterialien z.B. Calcit oder Sand in Frage. Darüberhinaus kann eine Vielzahl von vorgranulierten Materialien anorganischer oder organischer Natur wie insbesondere Dolomit oder zerkleinerte Pflanzenrückstände verwendet werden.

Als oberflächenaktive Verbindungen kommen nichtionogene, kation- und/oder anionaktive Tenside mit guten Dispergier- und Netzeigenschaften in Betracht. Unter Tensiden sind auch Tensidgemische zu verstehen.

Geeignete anionische Tenside können sowohl sog. wasserlösliche Seifen als auch wasserlösliche synthetische oberflächenaktive Verbindungen sein.

Als Seifen seien die Alkali-, Erdalkali- oder unsubstituierte oder substituierte Ammoniumsalze von höheren Fettsäuren ( $C_{10}-C_{22}$ ), wie z.B. die Na- oder K-Salze der Oel- oder Stearinsäure, oder von natürlichen Fettsäuregemischen, die z.B. aus Kokosnuss- oder Talgöl gewonnen werden können, genannt. Ferner sind auch die Fettsäuremethyl-aurinsalze zu erwähnen, wie z.B. das Natriumsalz der cis-2-(methyl-9-octadecenylamino)-ethansulfonsäure (Gehalt in Formulierungen vorzugsweise etwa 3 %).

Häufiger werden jedoch sogenannte synthetische Tenside verwendet, insbesondere Fettsulfonate, Fettsulfate, sulfonierte Benzimidazol-derivate oder Alkylarylsulfonate oder Fett-Alkohole, wie z.B. 2,4,7,9-tetramethyl-5-decin-4,7-diol (Gehalt in Formulierungen vorzugsweise bei etwa 2 %).

Die Fettsulfonate oder -sulfate liegen in der Regel als Alkali-, Erdalkali- oder gegebenenfalls unsubstituierte oder substituierte Ammoniumsalze vor und weisen einen Alkylrest mit 8 bis 22 C-Atomen auf, wobei Alkyl auch den Alkylteil von Acylresten einschliesst, z.B. das Na- oder Ca-Salz der Ligninsulfonsäure, des Dodecylsulfats oder eines aus natürlichen Fettsäuren hergestellten Fettalkoholsulfatgemisches. Hierher gehören auch die Salze der Schwefelsäureester und Sulfonsäuren von Fettalkohol-Ethylenoxid-Addukten. Die sulfonierten Benzimidazol-derivate enthalten vorzugsweise 2 Sulfonsäuregruppen und einen Fettsäurerest mit 8-22 C-Atomen. Alkylaryl-

sulfonate sind z.B. die Na-, Ca- oder Triäthanolaminsalze der Dodecylbenzolsulfonsäure, der Dibutyl-naphthalinsulfonsäure oder eines Naphthalinsulfonsäure-Formaldehydkondensationsprodukts.

Ferner kommen auch entsprechende Phosphate wie z.B. Salze des Phosphorsäureesters eines p-Nonylphenol-(4 bis 14)-ethylenoxid-Adduktes in Frage.

Als nicht-ionische Tenside kommen in erster Linie Polyglykoletherderivate von aliphatischen oder cycloaliphatischen Alkoholen, gesättigten oder ungesättigten Fettsäuren und Alkylphenolen in Frage, die 3 bis 30 Glykolethergruppen und 8 bis 20 Kohlenstoffatome im (aliphatischen) Kohlenwasserstoffrest und 6 bis 18 Kohlenstoffatome im Alkylrest der Alkylphenole enthalten können.

Weitere geeignete nicht-ionische Tenside sind die wasserlöslichen, 20 bis 250 Ethylenglykolethergruppen und 10 bis 100 Propylenglykolethergruppen enthaltenden Polyethylenoxid-Addukte an Polypropylenglykol, Ethylendiaminopolypropylenglykol und Alkylpolypropylenglykol mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen in der Alkylkette. Die genannten Verbindungen enthalten üblicherweise pro Propylenglykol-Einheit 1 bis 5 Ethylenglykoleinheiten.

Als Beispiele nicht-ionischer Tenside seien Nonylphenolpolyethoxyethanole, Ricinusölpolyglykolether, Polypropylen/Polyethylenoxid-Addukte, Tributylphenoxypolyethoxyethanol, Polyethylenglykol und Octylphenoxypolyethoxyethanol erwähnt. Ferner kommen auch Fettsäureester von Polyoxyethylensorbitan wie das Polyoxyethylensorbitantrioleat in Betracht.

Bei den kationischen Tensiden handelt es sich vor allem um quartäre Ammoniumsalze, welche als N-Substituenten mindestens einen Alkylrest mit 8 bis 22 C-Atomen enthalten und als weitere Substituenten unsubstituierte oder halogenierte Nieder-Alkyl-, -Benzyl- oder niedrige Hydroxyalkylreste aufweisen. Die Salze liegen vorzugsweise

als Halogenide, Methylsulfate oder Ethylsulfate vor, z.B. das Stearyltrimethylammoniumchlorid oder das Benzyldi(2-chlorethyl)-ethylammoniumbromid.

Die in der Formulierungstechnik gebräuchlichen Tenside sind u.a. in folgenden Publikationen beschrieben:

"Mc Cutcheon's Detergents and Emulsifiers Annual"  
MC Publishing Corp., Ridgewood New Jersey, 1980;  
Helmut Stache "Tensid-Taschenbuch" Carl Hanser-Verlag  
München/Wien 1981.

Die agrochemischen Mittel enthalten in der Regel 0,1 bis 99 %, insbesondere 0,1 bis 95 %, der transformierten, lebenden oder toten Hefezellen oder Mischungen davon, 99,9 bis 1 %, insbesondere 99,8 bis 5 %, eines festen oder flüssigen Zusatzstoffes und 0 bis 25 %, insbesondere 0,1 bis 25 %, eines Tensides.

Während als Handelsware eher konzentrierte Mittel bevorzugt werden, verwendet der Endverbraucher in der Regel verdünnte Formulierungen.

Solche Mittel können noch weitere Zusätze wie Stabilisatoren, Entschäumer, Viskositätsregulatoren, Bindemittel, Haftmittel sowie Dünger oder andere Wirkstoffe zur Erzielung spezieller Effekte enthalten.

Die transformierten lebenden oder toten Hefe-Zellen oder Mischungen davon, die die rekombinanten *B. thuringiensis* Toxin-Gene enthalten, sind hervorragend für die Bekämpfung von Schadinsekten geeignet. Vorzugsweise sind dabei pflanzenzerstörende Insekten der Ordnung Lepidoptera zu nennen, insbesondere solche der Gattungen *Pieris*, *Heliothis*, *Spodoptera* und *Plutella*, wie beispielsweise *Pieris brassicae*, *Heliothis virescens*, *Heliothis zea*, *Spodoptera littoralis* und *Plutella xylostella*.

Die Aufwandmengen, in denen die Hefezellen eingesetzt werden, hängen von den jeweiligen Bedingungen ab, wie beispielsweise den Witterungsverhältnissen, der Bodenbeschaffenheit, dem Pflanzenwachstum und dem Applikationszeitpunkt. Aufgrund von Vorversuchen, die im Gewächshaus durchgeführt wurden, kann davon ausgegangen werden, dass Aufwandmengen von 1 bis 10 kg, insbesondere 3 bis 9 kg, der Hefe-Zellen pro Hektar vorteilhaft sind.

Formulierungsbeispiele für B. thuringiensis-Toxin enthaltendes Material

Bei den folgenden Formulierungsbeispielen sind unter dem Begriff "Hefe-Zellen" solche zu verstehen, die das rekombinante B. thuringiensis-Gen enthalten. (Bei den Angaben handelt es sich durchgehend um Gewichtsprozent.)

<u>F1. Granulate</u>	a)	b)
Hefe-Zellen	5 %	10 %
Kaolin	94 %	-
Hochdisperse Kieselsäure	1 %	-
Attapulgit	-	90 %

Die Hefe-Zellen werden zunächst in Methylenchlorid suspendiert, anschliessend wird die Suspension auf das Trägermaterial aufgesprüht und danach das Suspendierungsmittel im Vakuum verdampft.

<u>F2. Stäubemittel</u>	a)	b)
Hefe-Zellen	2 %	5 %
Hochdisperse Kieselsäure	1 %	5 %
Talkum	97 %	-
Kaolin	-	90 %

Gebrauchsfertige Stäubemittel erhält man durch inniges Vermischen der Trägerstoffe mit den Hefe-Zellen.

0238441

<u>F3. Spritzpulver</u>	a)	b)	c)
Hefe-Zellen	25 %	50 %	75 %
Natrium-Ligninsulfonat	5 %	5 %	-
Natrium-Laurylsulfat	3 %	-	5 %
Natrium-Diisopropyl-naphthalinsulfonat	-	6 %	10 %
Octylphenolpolyethylen-glykolether (7-8 Mole Ethylenoxid	-	2 %	-
Hochdisperse Kieselsäure	5 %	10 %	10 %
Kaolin	62 %	27 %	-

Die Hefezellen werden sorgfältig mit den Zusatzstoffen vermischt und das erhaltene Gemisch anschliessend in einer geeigneten Mühle gut vermahlen.

Man erhält Spritzpulver, die sich mit Wasser zu Suspensionen jeder gewünschten Konzentration verdünnen lassen.

F4. Extruder Granulate

Hefe-Zellen	10 %
Natrium-Ligninsulfonat	2 %
Carboxymethylcellulose	1 %
Kaolin	87 %

Die Hefe-Zellen werden mit den Hilfsstoffen gemischt, sorgfältig vermahlen und mit Wasser angefeuchtet. Dieses Gemisch wird extrudiert und anschliessend in Luftstrom getrocknet.

F5. Umhüllungs-Granulat

Hefe-Zellen	3 %
Polyethylenglykol 200	3 %
Kaolin	94 %

Die homogen vermischten Hefe-Zellen werden in einem Mischer auf das mit Polyethylenglykol angefeuchtete Kaolin gleichmässig aufgetragen. Auf diese Weise erhält man staubfreie Umhüllungs-Granulate.

F6. Suspensions-Konzentrat

Hefe-Zellen	40 %
Ethylenglykol	10 %
Nonylphenolpolyethylenglykol (15 Mole Ethylenoxid)	6 %
Alkylbenzolsulfonsäure- triethanolaminsalz*	3 %
Carboxymethylcellulose	1 %
Silikonöl in Form einer 75 %igen wässrigen Emulsion	0,1 %
Wasser	39 %

\* Alkyl ist vorzugsweise linear mit 10 bis 14, insbesondere 12-14 Kohlenstoffatomen wie beispielsweise n-Dodecylbenzolsulfonsäuretriethanolaminsalz.

Die homogen vermischten Hefe-Zellen werden mit den Zusatzstoffen innig vermischt. Man erhält so ein Suspensionkonzentrat, aus welchem durch Verdünnen mit Wasser Suspensionen jeder gewünschten Konzentration hergestellt werden können.

Von jedem der im folgenden aufgelisteten Mikroorganismen, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet werden, wurde eine Kultur bei der als internationale Hinterlegungsstelle anerkannten 'Deutschen Sammlung von Mikroorganismen' in Göttingen, Bundesrepublik Deutschland, entsprechen den Anforderungen des Budapester Vertrages für die Internationale Anerkennung der Hinterlegung von Mikroorganismen zum Zwecke der Patentierung, hinterlegt. Eine Erklärung zur Lebensfähigkeit der hinterlegten Proben wurde durch die besagte Internationale Hinterlegungsstelle ausgefertigt.

Mikroorganismen	Hinterlegungsdatum	Hinterlegungs-Nummer*	Datum der Lebensfähigkeitsbescheinigung
HD1-ETHZ 4449 ( <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> HD1 Stamm ETHZ 4449)	4. März 1986	DSM 3667	7. März 1986
HB101 (pK36) ( <i>Escherichia coli</i> HB101 transformiert mit pK36 Plasmid-DNA)	4. März 1986	DSM 3668	7. März 1986
GRF 18 ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	4. März 1986	DSM 3665	7. März 1986

\* Eingangs-Nummer, ausgegeben durch die oben bezeichnete Internationale Hinterlegungsstelle.

Einschränkungen der Zugänglichkeit besagter Mikroorganismen sind seitens des Hinterlegers nicht verlangt worden.

#### Literatur:

- 1) S. Chang, Trends in Biotechnology 1 (4), 100 (1983)
- 2) H.C. Wong, H.E. Schnepf and H.R. Whiteley, The Journal of Biological Chemistry 258 (3), 1960 (1983)
- 3) M.J. Adang, M.J. Staver, T.A. Rocheteau, J. Leighton, R.F. Barker and D.V. Thompson, Gene 36, 289 (1985)
- 4) H.E. Schnepf, H.C. Wong and H.R. Whiteley, The Journal of Biological Chemistry 260 (10), 6264 (1985)
- 5) A.A. Yousten and M.H. Rogoff, Journal of Bacteriology 100, 1229 (1969)



- 6) T. Maniatis, E.F. Fritsch and J. Sambrook, Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, USA, Appendix C: Commonly used bacterial strains, pp. 504, 506 (1982)
- 7) F.F. White and E.W. Nester, Journal of Bacteriology 141 (3), 1134 (March 1980)
- 8) B. Trümpl, Zentralblatt f. Bakteriologie Abt. II, 305 (1976)
- 9) F.P. Delafield, H.J. Sommerville and S.C. Rittenberg, Journal of Bacteriology 96, 713 (1968)
- 10) G.G. Chestukhina, I.A. Zalunin, L.I. Kostina, T.S. Kotova, S.P. Katrukha, L.A. Lyublinskaja and V.M. Stepanov, Brokliniya 43, 857 (1978)
- 11) O. Ouchterlony, Handbook of Immunodiffusion and Immuno-electrophoresis, Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich., USA (1968)
- 12) H. Huber-Lukac, Doktorarbeit, Eidgenössisch Technische Hochschule, Zürich, Schweiz, No. 7050 (1982)
- 13) Amersham Buchler Review No. 18, Amersham Buchler GmbH & Co. KG, Braunschweig, Bundesrepublik Deutschland (1979)
- 14) T. Maniatis, E.F. Fritsch and J. Sambrook, Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, USA, p. 282 (1982)
- 15) T. Maniatis, E.F. Fritsch and J. Sambrook, Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, USA, p. 252 (1982)

0238447

- 16) H.E. Schnepf and H.R. Whiteley, Proc.Natl.Acad.Sci. USA 78, 2893 (1981)
- 17) L. Clarke, R. Hitzeman and J. Carbon, Methods in Enzymology 68, 436 (1979)
- 18) E.M. Southern, J. Molec.Biol. 98, 503 (1975)
- 19) T. Maniatis, E.F. Fritsch and J. Sambrook, Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, USA, p. 383 (1982)
- 20) T. Maniatis, E.F. Fritsch and J. Sambrook, Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, USA, p. 387 (1982)
- 21) N. Maizels, Cell 9, 431 (1976)
- 22) M. Grunstein and D. Hogness, PNAS 72, 396 (1975)
- 23) T. Maniatis, E.F. Fritsch and J. Sambrook, Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, USA, p. 318 (1982)
- 24) F. Sanger, S. Nicklen and A.R. Coulson, Proc.Natl.Acad.Sci. USA, 74 5463 (1977)
- 25) J. Messing, Methods of Enzymology 101, 20 (1983)
- 26) M. Poncz, D. Solowieczyk, M. Ballantine, E. Schwartz and S. Surrey, Proc.Natl.Acad.Sci. USA, 79, 4298 (1982)
- 27) M.J. Zoller and M. Smith, Nucl. Acids Res. 10, 6487 (1982)

- 28) T. Maniatis, E.F. Fritsch and J. Sambrook, Molecular Cloning:  
A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring  
Harbor, USA, p. 394 (1982)
- 29) T. Maniatis, E.F. Fritsch and J. Sambrook, Molecular Cloning:  
A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring  
Harbor, USA, p. 392 (1982)
- 30) Y. Shibano, A. Yamagata, N. Nakamura, T. Iizuka, H. Sugisaki and  
M. Takanami, Gene 34, 243 (1985)
- 31) A. Krieg in: The Procaryotes, a handbook on habitats, isolation  
and identification of Bacteria (Eds. Starr, P.M., Stolp, H.,  
Trueper, G.H., Balows, A. and Schlegel, H.G.), Springer Verlag  
New York, Heidelberg, Berlin, p. 1743 (1981)

Patentansprüche

1. Ein DNA Fragment, das durch die in Tabell 2 wiedergegebene DNA Sequenz charakterisiert ist.
2. Ein DNA-Fragment aus *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, welches sich auf den Bereich zwischen den Schnittstellen HpaI (0) und PstI(4355) erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass es für eine insektizid wirksame proteinartige Substanz einschliesslich ausgewählte Teile davon kodiert, unter der Voraussetzung, dass die insektizide Aktivität besagter ausgewählter DNA Teile erhalten bleibt.
3. Ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es für das insektizid wirksame Protein MGE 1 codiert, einschliesslich ausgewählter Teile davon, unter der Voraussetzung, dass die insektizide Aktivität besagter ausgewählter DNA Teile erhalten bleibt.
4. Eine proteinartige Substanz, dadurch gekennzeichnet, dass sie zumindest teilweise durch ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 kodiert wird.
5. Eine proteinartige Substanz, dadurch gekennzeichnet, dass sie zumindest teilweise durch ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 kodiert wird.
6. Eine proteinartige Substanz, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Fragment enthält, welches durch die in Tabelle 3 wiedergegebene Aminosäuresequenz charakterisiert ist.
7. Das Protein MGE 1, welches durch ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 kodiert wird.
8. Das Protein MGE 1, welches durch ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 kodiert wird.

9. Das Protein MGE 1, charakterisiert durch die in Tabelle 3 wiedergegebene Aminosäuresequenz.

10. Ein Fusionsprotein gemäss Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es aus dem Protein MGE 1 und einem weiteren Protein besteht, das von dem Protein MGE 1 verschieden ist.

11. Ein Fusionsprotein gemäss Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Protein, welches von dem Protein MGE 1 verschieden ist, eine herbizide Aktivität besitzt.

12. Ein Fusionsprotein gemäss Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Protein, welches von dem Protein MGE 1 verschieden ist, eine insektizide Aktivität besitzt.

13. Ein Fusionsprotein gemäss Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass es aus dem Protein MGE 1 und einem weiteren Protein besteht, das von dem Protein MGE 1 verschieden ist.

14. Ein Fusionsprotein gemäss Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Protein, welches von dem Protein MGE 1 verschieden ist, pestizide Aktivität besitzt.

15. Ein Fusionsprotein gemäss Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Protein, welches von dem Protein MGE 1 verschieden ist, insektizide Aktivität besitzt.

16. Ein DNA Vektor, der ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 enthält.

17. Ein Vektor gemäss Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um ein Plasmid handelt.

18. Ein Vektor gemäss Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um einen Phagen handelt.

19. Ein DNA Vektor, der ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 enthält.

20. Ein Vektor gemäss Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um ein Plasmid handelt.

21. Ein Vektor gemäss Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um einen Phagen handelt.

22. Ein Mikroorganismus, der ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 enthält, dadurch gekennzeichnet, dass besagter Mikroorganismus, falls er zur Gruppe des *Bacillus thuringiensis* gehört, mit einem DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 transformiert worden ist.

23. Ein Mikroorganismus gemäss Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass er zu der Spezies *Saccharomyces cerevisiae* gehört.

24. Ein Mikroorganismus, der ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 enthält, dadurch gekennzeichnet, dass besagter Mikroorganismus, falls er zur Gruppe des *Bacillus thuringiensis* gehört, mit einem DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 transformiert worden ist.

25. Ein Mikroorganismus gemäss Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass er zur Spezies *Saccharomyces cerevisiae* gehört.

26. Ein Bioenkapsulierungs-System, das aus einem ersten Material besteht, welches vollständig in einem zweiten Material biologischer Herkunft eingeschlossen vorliegt, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem ersten Material um ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 handelt und bei dem zweiten Material um einen vollständigen Mikroorganismus, mit der Einschränkung, dass besagter Mikroorganismus, falls er zu der Gruppe des *Bacillus thuringiensis* gehört, mit einem DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 transformiert worden ist.

27. Ein Bioenkapsulierungs-System gemäss Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Mikroorganismus um *Saccharomyces cerevisiae* handelt.

28. Ein Bioenkapsulierungs-System, das aus einem ersten Material besteht, welches vollständig in einem zweiten Material biologischer Herkunft eingeschlossen vorliegt, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem ersten Material um ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 handelt und bei dem zweiten Material um einen vollständigen Mikroorganismus, mit der Einschränkung, dass besagter Mikroorganismus, falls er zu der Gruppe des *Bacillus thuringiensis* gehört, zuvor mit einem DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 transformiert worden ist.

29. Ein Bioenkapsulierungs-System gemäss Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Mikroorganismus um *Saccharomyces cerevisiae* handelt.

30. Ein Verfahren zur Herstellung eines DNA-Fragmentes gemäss Anspruch 1, das durch die folgenden Verfahrensschritte gekennzeichnet ist:

a) Isolierung und Lyse von *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD1-Zellen, Abtrennen der Plasmide von dem so erhaltenen Material mit Hilfe bekannter Massnahmen und Reinigen und Dialysieren des so erhaltenen Plasmid-Materials;

b) Erstellung einer DNA-Bibliothek der *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD1 Plasmid-DNA;

c) Klonieren der gemäss Schritt b) erhaltenen fragmentierten Plasmid DNA in einem geeigneten Vektor;

d) Screening auf Vorliegen von Protein MGE 1 mittels Antigen/Antikörper-Test.

31. Verfahren gemäss Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass Verfahrensschritt d) gemäss den nachfolgenden Einzelschritten durchgeführt wird:

e) Screening der Klone auf die Anwesenheit von Antigen, das mit Antikörpern reagiert, die gegen das Kristallkörper-Protein von *B. thuringiensis* var. *kurstaki* hergestellt worden sind;

f) Auslesen der Klone, die spezifisch mit Ziegen-Antiserum reagieren; und

g) Prüfung der insektiziden Aktivität von Extrakten der gemäss Schritt f) erhaltenen Klone.

32. Verfahren gemäss Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass im Verfahrensschritt c) ein Plasmid als Vektor dient.

33. Ein Verfahren zur Herstellung eines DNA-Fragmentes gemäss Anspruch 2, das durch die folgenden Verfahrensschritte gekennzeichnet ist:

a) Isolierung und Lyse von *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD1-Zellen, Abtrennen der Plasmide von dem so erhaltenen Material mit Hilfe bekannter Massnahmen und Reinigen und Dialysieren des so erhaltenen Plasmid-Materials;

b) Erstellung einer DNA-Bibliothek der *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD1 Plasmid-DNA;

c) Klonieren der gemäss Schritt b) erhaltenen fragmentierten Plasmid DNA in einem geeigneten Vektor;

d) Screening auf die Gegenwart des Proteins MGE 1, mittels Antigen/Antikörper-Test.

34. Verfahren gemäss Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass Verfahrensschritt d) gemäss den nachfolgenden Einzelschritten durchgeführt wird:



e) Screening der Klone auf die Anwesenheit von Antigen, das mit Antikörpern reagiert, die gegen das Kristallkörper-Protein von *B. thuringiensis* var. *kurstaki* hergestellt worden sind;

f) Auslesen der Klone, die spezifisch mit Ziegen-Antiserum reagieren; und

g) Test der insektiziden Aktivität von Extrakten, der gemäss Schritt f) erhaltenen Klone.

35. Verfahren gemäss Anspruch 33, worin im Verfahrensschritt c) ein Plasmid als Vektor dient.

36. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten, dadurch gekennzeichnet, dass man Insekten oder ihren Lebensraum mit einer insektizid wirksamen Menge einer proteinartigen Substanz, die zumindest teilweise durch ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 codiert wird, behandelt.

37. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten gemäss Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um Insekten der Ordnung Lepidoptera handelt.

38. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten, dadurch gekennzeichnet, dass man Insekten oder ihren Lebensraum mit einer insektizid wirksamen Menge einer proteinartigen Substanz, die zumindest teilweise durch ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 kodiert wird, behandelt.

39. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten gemäss Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um Insekten der Ordnung Lepidoptera handelt.

40. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten, dadurch gekennzeichnet, dass man die Insekten oder ihren Lebensraum mit einer insektizid wirksamen Menge des Proteins MGE 1 behandelt, das von einem DNA-Fragment gemäss Anspruch 1 kodiert wird.

41. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten gemäss Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um Insekten der Ordnung Lepidoptera handelt.

42. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten, dadurch gekennzeichnet, dass man die Insekten oder ihren Lebensraum mit einer insektizid wirksamen Menge des Proteins MGE 1 behandelt, das von einem DNA-Fragment gemäss Anspruch 2 kodiert wird.

43. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten gemäss Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um Insekten der Ordnung Lepidoptera handelt.

44. Insektizides Mittel, dadurch gekennzeichnet, dass es eine insektizid wirksame Menge einer proteinartigen Substanz enthält, die zumindest teilweise durch ein DNA Fragment gemäss Anspruch 1 kodiert wird.

45. Insektizides Mittel, dadurch gekennzeichnet, dass es eine insektizid wirksame Menge einer proteinartigen Substanz enthält, die zumindest teilweise durch ein DNA Fragment gemäss Anspruch 2 kodiert wird.

46. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten, dadurch gekennzeichnet, dass man die Insekten oder ihren Lebensraum mit einer insektizid wirksamen Menge eines Mikroorganismus gemäss einem der Ansprüche 22 bis 25 behandelt.

47. Verfahren zur Bekämpfung von Insekten, dadurch gekennzeichnet, dass man die Insekten oder ihren Lebensraum mit einer insektizid wirksamen Menge eines Bioenkapsulierungs-Systems gemäss einem der Ansprüche 26 bis 29 behandelt.

48. Ein Hybridvektor, enthaltend den Hefe-saure Phosphatase Promotor PHO5 und ein DNA Fragment gemäss Anspruch 1, welches durch besagten Promotor kontrolliert wird.

49. Ein Hybridvektor gemäss Anspruch 48, enthaltend den Hefe-saure Phosphatase Promotor PHO5 und ein DNA-Fragment gemäss Anspruch 2, welches durch besagten Promotor kontrolliert wird.

50. Die Hefe *Saccharomyces cerevisiae* GRF 18, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit einem Hybridvektor gemäss Anspruch 48 transformiert ist.

51. Die Hefe *Saccharomyces cerevisiae* GRF 18 gemäss Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit einem Hybridvektor gemäss Anspruch 49 transformiert ist.

52. Der transformierte *Escherichia coli*-Stamm HB 101 (pK 36), von dem eine Probe unter der Hinterlegungs-Nummer DSM 3668 hinterlegt worden ist, sowie alle Abkömmlinge und Mutanten davon, die noch die charakteristischen Eigenschaften des transformierten Stammes besitzen.

1/18

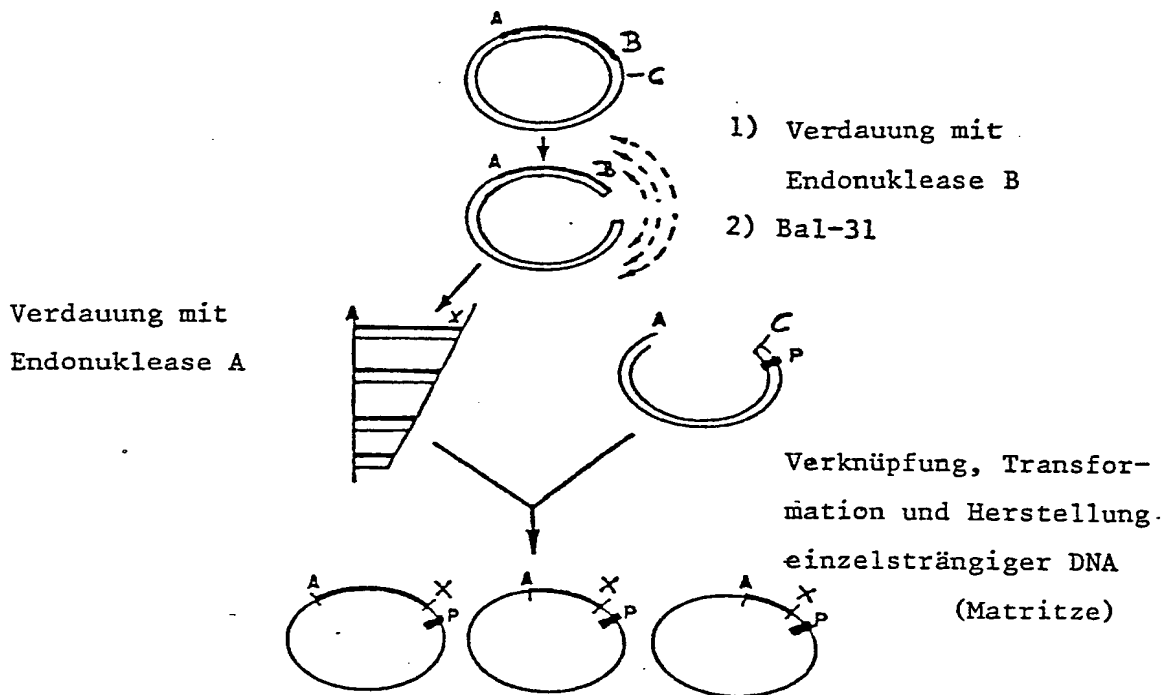


Abb. 1 modifiziert nach M. Poncz et al.<sup>26)</sup>. Konstruktion der Deletions-Mutanten-Bibliothek. Vorgehensweise: 1, das Insert (dicke Linie) wird in die A-Stelle des M13, die kohesive Enden aufweist, eingespleisst; 2, nach Linearisierung an der B-Stelle wird die Phagen DNA mit Bal-31 unterschiedlich lange verdaut [die gestrichelte Linie gibt das Ausmass der Bal-31-Verdauung in bezug auf das Insert (dicke Linie) und auf M13 (dünne Linie) an]; 3, das Verdauungsprodukt wird an der A-Stelle gespalten und das durch Bal-31 induzierte Kontinuum des Inserts isoliert. Es entsteht auf diese Weise eine ganze Familie von Fragmenten unterschiedlicher Grösse, die jeweils ein Bal-31 induziertes glattes Ende und ein kohesives Ende an der A-Stelle aufweisen; 4, die Fragmente werden so in M13 subkloniert, dass das glatte Ende proximal der Primer-Stelle P zu liegen kommt, die für die DNA-Sequenzanalyse verwendet wird.

X und C = glatte Enden.

Tabelle 1

	A	B	C	M13mp1
(BamHI) HpaI-HindIII				
← a)	BamHI	HindIII	HincII	8
→	HindIII	BamHI	SmaI	9
EcoRI-PstI				
←	EcoRI	PstI	SmaI	8
→	PstI	EcoRI	SmaI	9

a) gemäss dem angegebenen Beispiel

Tabelle 2: Nukleotid-Sequenz der für das Protein MGE1 kodierenden DNA

10	20	30	40	50	60
GTAAACACCC	TGGGTCAAAA	ATTGATATTT	AGTAAAAATTA	GTGGCACTTT	GTGCATTTTT
70	80	90	100	110	120
TCATTAAGATG	AGTCATATGT	TTTAAATTTGT	AGTAAATGAAA	AACAGTATTA	TAICATTAATG
130	140	150	160	170	180
AATTGGTATC	TTAAJAAAG	AGATGGAGGT	AACCTTAATGGA	TAACAATCCG	AACAICAAATG
190	200	210	220	230	240
AATGCATTCC	TTATAATTGT	TTAAGTAACC	CTGAAGTAGA	AGTATTAGGT	GGAGAAAGAA
250	260	270	280	290	300
TAGAAACTGG	TTACACCCCA	ATCGATATTT	CCTTGTCGCT	AACGCCAATTT	CTTTTGAGTG
310	320	330	340	350	360
AATTGTTC	CGGTGCTGGA	TTTGTTGTAG	GACTAGTTGA	TATAATAATG	GGAAATTTTTG
370	380	390	400	410	420
GTCCCTCTCA	ATGGGACGCA	TTTCTTGTAC	AAATTGAACA	GTTAATTAAC	CAAAGAAATAG
430	440	450	460	470	480
AAGAATTCCG	TAGGAACCAA	GCCATTCTTA	GATTAGAAAG	ACTAAGCAAT	CTTTATCAAA
490	500	510	520	530	540
TTTACGCAGA	ATCTTTTAGA	GAGTGGGAAAG	CAGATCCCTAC	TAATCCAGCA	TTAAGAGAAAG
550	560	570	580	590	600
AGATGCGTAT	TCAATTCAAT	GACAIGAACA	GTGCCCTTAC	AACCGCTATT	CCTCTTTTTTG

Tabelle 2: (Fortsetzung)

610	620	630	640	650	660
CAGTTC AAA	TTATCAAGTT	CCCTCTTTTAT	CAGTATATGT	TCAAGCTGCA	AATTACATT
670	680	690	700	710	720
TATCAGTTTT	GAGAGATGTT	TCAGTGTITG	GACAAAGGIG	GGGATTIGAT	GCCGCGACIA
730	740	750	760	770	780
TCAATAGTCE	TTATAATGAT	TAACTAGGEC	TTATTGGCAA	CTATACAGAT	CATGCTGTAC
790	800	810	820	830	840
GCTGGTACAA	TACGGGATTA	GAGCGTGTAT	GGGGACCGGA	TTCTAGAGAT	TGGATAAGAT
850	860	870	880	890	900
ATAATCAATT	TAGAAGAGAA	TAAACACIAA	CIGIATTAGA	TATCGTTTCT	CTATTTCGGA
910	920	930	940	950	960
ACTATGATAG	TAGAACGTAT	CCAATTGCAA	CAGTTTCCCA	ATTAACAAGA	GAAATTIATA
970	980	990	1000	1010	1020
CAAAACCCAGT	ATTAGAAAAT	TTTGATGGTA	GTTTTCGAGG	CTCGGCTCAG	GGCATAGAAAG
1030	1040	1050	1060	1070	1080
GAAGTATTAG	GAGTCCACAT	TTGATGGATA	TACTTAACAG	TATAACCATC	TATACGGGATG
1090	1100	1110	1120	1130	1140
CTCATAGAGG	AGAATATTAT	TGGTCAGGGC	ATCAAAATAAT	GGCTTCCTCT	GTAGGGTTTT
1150	1160	1170	1180	1190	1200
CGGGGCCAGA	ATTCACTTTT	CCGCTATATG	GAACTATGGG	AAATGCAGCT	CCACAACAAC

Tabelle 2: (Fortsetzung)

1210	1220	1230	1240	1250	1260
GTTATTGTTGC	TCAACTAGGT	CAGGGCGTGT	ATAGAACATT	ATCGTCCACT	TTATATAGAA
1270	1280	1290	1300	1310	1320
GACCTTTTAA	TATAGGGATA	AATAATCAAC	AACTATCTGT	TCTTGACGGG	ACAGAAATTG
1330	1340	1350	1360	1370	1380
CTTATGGAC	CTCCTCAAAT	TTGCCATCCG	CTGTATACAG	AAAAAGCGGA	ACGGTAGATT
1390	1400	1410	1420	1430	1440
CGCTGGATGA	AATACCGCCA	CAGAATAACA	ACGTGCCACC	TAGGCAAGGA	TTTAGTCATC
1450	1460	1470	1480	1490	1500
GATTAAAGCCA	TGTTTCAATG	TTTCGTTCAG	GCITTAGTAA	TAGTAGTGTA	AGTATAATAA
1510	1520	1530	1540	1550	1560
GAGCTCCTAT	GTTCTCTTGG	ATACATCGTA	GTGCTGAATT	TAATAATATA	ATTCTTTCAT
1570	1580	1590	1600	1610	1620
CACAAATTAC	ACAAATACCT	TTAACAAAAAT	CTACTAATCT	TGGCTCTGGA	ACTTCTGTGG
1630	1640	1650	1660	1670	1680
TTAAAGGACC	AGGATTTTACA	GGAGGAGATA	TTCTTCGAAG	AACTTCACCT	GGCCAGATT
1690	1700	1710	1720	1730	1740
CAACCTTAAG	AGTAAATATT	ACTGCACCAT	TATCACAAAG	ATATCGGGTA	AGAATTCCGT
1750	1760	1770	1780	1790	1800
ACGCTTCTAC	CACAAATTTA	CAATTCCATA	CATCAATTGA	CGGAAGACCT	ATTAATCAGG



Tabelle 2: (Fortsetzung)

1010	1020	1030	1040	1050	1060
GGAAATTTTC	AGCAACTATG	AGTAGTGGCA	GTAAATTACA	GTCCGGAAAGC	TTTAGGACTG
1070	1080	1090	1900	1910	1920
TAGGTTTTC	TACICCGTTT	AACTTTTC	ATGGATCAAG	TGTATTACG	TTAAGTGCIC
1930	1940	1950	1960	1970	1980
ATGTCCTCAA	TTCAGGCAAT	GAAGTTTATA	TAGATCGAAT	TGAATTIGTT	CCGGCAGAAAG
1990	2000	2010	2020	2030	2040
TAACCTTTGA	GGCAGAAATAT	GATTTAGAAA	GAGCACAAAA	GGCGGTGAAT	GAGCTGTTTA
2050	2060	2070	2080	2090	2100
CTTCTTCCAA	TCAAATCGGG	TTAAAAACAG	ATGTGACGGA	TTATCATATT	GATCAAGTAT
2110	2120	2130	2140	2150	2160
CCAAATTTAGT	TGAGTGTTTA	TCTGATGAAT	TTTGTCTGGA	TGAAAAAANA	GAATTGTCCG
2170	2180	2190	2200	2210	2220
AGAAAGTCAA	ACATGCCAAG	CGACTTAGTG	ATGAGCGGAA	TTTACTTCAA	GATCCAAACT
2230	2240	2250	2260	2270	2280
TTAGAGGGAT	CAATAGACAA	CTAGACCGTG	GCTGGAGAGG	AAGTACGGAT	ATTACCATCC
2290	2300	2310	2320	2330	2340
AAGGAGGCGA	TGACGTATTC	AAAGAGAATT	ACGTTACGCT	ATTGGGTACC	TTTGATGAGT
2350	2360	2370	2380	2390	2400
GCTATCCAAC	GTATTTATAT	CAAAAAATAG	ATGAGTCGAA	ATTAAAAAGCC	TATACCCGTT

2/4

6/18

0238441

Tabelle 2: (Fortsetzung)

2410	2420	2430	2440	2450	2460
ACCAATTAAG	AGGGTATATC	GAAGATAGTC	AAGACTTAGA	AATCTATTTA	ATTGGCTACA
2470	2480	2490	2500	2510	2520
ATGCCAACA	CGAAACAGTA	AATGTGCCAG	GTACGGGTTT	CTTATGGCCG	CTTTCAGCCC
2530	2540	2550	2560	2570	2580
CAAGTCCAAT	CGGAAAATGT	GCCCATCAT	CCCATCATTT	CYCCTTGGAC	ATTGATGTTG
2590	2600	2610	2620	2630	2640
GATGTACAGA	CTTAAATGAG	GACTTAGGIG	TAIGGGTGAT	ATTCAAGATT	AAGACGCCAAG
2650	2660	2670	2680	2690	2700
ATGGCCATGC	AAGACTAGGA	AATCTAGAA	TTCTCGAAGA	GAAACCATTA	GIAGGAGAAG
2710	2720	2730	2740	2750	2760
CACTAGCTCG	TGTGAAAAGA	GCGGAGAAAA	AATGGAGAGA	CAAACGIGAA	AAATTGGAA
2770	2780	2790	2800	2810	2820
GGGAAACAAA	TATTGTTTAT	AAAGAGGCCAA	AAGAATCTGT	AGATGCTTTA	TTTGTAAACT
2830	2840	2850	2860	2870	2880
CTCAATATGA	TAGATTACAA	GCGGATACCA	ACAICGCCGAT	GATTCAIGCG	GCAGATAAAC
2890	2900	2910	2920	2930	2940
GCGTTTCATAG	CATTGAGAGAA	GCTTATCTGC	CTGAGCTGTC	TGTGATTCCG	GGTGTCAATG
2950	2960	2970	2980	2990	3000
CGGCTAATTT	TGAAGAAATTA	GAAGGGCGTA	TTTTCACIGC	ATTCTCCCTA	TAIGATGCCA

2/5

7/10

0238441

Tabelle 2: (Fortsetzung)

3010	3020	3030	3040	3050	3060
GAAATGTCAT	TAAAAATGGT	GATTTTAATA	ATGGCTTATC	CTGCTGGAAC	GTGAAAGGGC
3070	3080	3090	3100	3110	3120
ATGTAGATGT	AGAAGAACA	AACAACCACC	GTTCGGTCC	TGTTGTTCGG	GAATGGGAAG
3130	3140	3150	3160	3170	3180
CAGAAAGTGC	ACAAGAAGTT	CGTGTCTGTC	CGGGTCGTGG	CTATATCCTT	CGTGTACACAG
3190	3200	3210	3220	3230	3240
CGTACAAGGA	GGGATATGGA	GAAGGTTCGG	TACCATTTCA	TGAGATCGAG	ACAATACAG
3250	3260	3270	3280	3290	3300
ACGAACTGAA	GTTTAGCAAC	TGTGTAGAAG	AGGAAGTATA	TCCAACAAC	ACGGTACCGT
3310	3320	3330	3340	3350	3360
GTAATGATTA	TACTGCGACT	CAAGAAGAAT	ATGAGGGTAC	GTACACTTCT	CGTAATCGAG
3370	3380	3390	3400	3410	3420
GATATGACGG	AGCCTATGAA	AGCAATCTT	CTGTACCAGC	TGATTATGCA	TCAGCCTATG
3430	3440	3450	3460	3470	3480
AAGAAAAAGC	ATATACAGAT	GGACGAAGAG	ACAATCCTTG	TGAATCTAAC	AGAGGATATG
3490	3500	3510	3520	3530	3540
GGGATTACAC	ACCACTACCA	GCTGGCTATG	TGACAAAAGA	ATTAGAGTAC	TTCCCAAGAA
3550	3560	3570	3580	3590	3600
CCGATAAGGT	ATGGATTGAG	ATCGGAGAAA	CGGAAGGAAC	ATTCAATCGTG	GACAGCGTGG

Tabelle 2: (Fortsetzung)

3610	3620	3630	3640	3650	3660
AATTACTTCT	TATGGAGGAA	TAATATAIGC	TTTAAAAIGT	AAGGIGIGCA	AATAAGGAAT
3670	3680	3690	3700	3710	3720
GATTACTGAC	TTGTATTGAC	AGATAAATAA	GGAAATTTTT	ATAIGAATAA	AAAACGGGCA
3730	3740	3750	3760	3770	3780
TCACICTTAA	AGAATGATG	TCCGTTTTTT	GTAIGATTAA	ACGAGIGATA	TTTAAATGTT
3790	3800	3810	3820	3830	3840
TTTTTIGCGA	AGGCTTTAET	TAACGGGGGA	CCGCCACATG	CCCATCAACT	TAAGAATTTG
3850	3860	3870	3880	3890	3900
CACTACCCCC	AAGTGTCAAA	AAACGTTATT	CTTCTAAAAA	AGCTAGCTAG	AAAGGATGAC
3910	3920	3930	3940	3950	3960
ATTTTTIATG	AACTTTTCAA	TTCAAGATGA	ATTACAACCTA	TTTTCTGAAG	AGCTGTATCG
3970	3980	3990	4000	4010	4020
TCATTTAACC	CCTTCTCTTT	TGGAAGAACT	CGCTAAAGAA	TTAGGTTTTG	TAAAAAGAAA
4030	4040	4050	4060	4070	4080
ACGAAAGTTT	TCAGGAAATG	AATTAGCTAC	CATATGTATC	TGGGGCAGTC	AACGTACAGC
4090	4100	4110	4120	4130	4140
GAGTGATTCT	CTCGTTTCGAC	TATGCAGTCA	ATTACACGCC	GCCACAGCAC	TCTTATGAGT
4150	4160	4170	4180	4190	4200
CCAGAAGGAC	TCAATAAACG	CTTTGAIAAA	AAAGCGGTIG	AATTTTTGAA	ATATATTTTT

2/7

9/10

0238441

Tabelle 2: (Fortsetzung)

4210	4220	4230	4240	4250	4260
TCTGCATTAT	GGAAAAGTAA	ACTTTGTAAA	ACATCAGCCA	TTTCAAGTGC	AGCACTCAGG
4270	4280	4290	4300	4310	4320
TATTTTCAAC	GAATCCGTAT	TTTAGATGCG	ACGATTTTCC	AAGTACCGAA	ACATTTAGCA
4330	4340	4350	4360		
CATGTATATC	CTGGGTCAGG	TGGTTGTGCA	CAAACTGCAG		

Tabelle 3: Aminosäuresequenz des Proteins MGE1

		LIMITS:		156	3623
185					
ATG GAT AAC AAT CCG AAC ATC AAT GAA TGC ATT CCT TAT AAT TGT TTA AGT AAC CCT GAA	215				
Met Asp Asn Asn Pro Asn Ile Asn Glu Cys Ile Pro Tyr Asn Cys Leu Ser Asn Pro Glu					
245					
GTA GAA GTA TTA GGT GGA GAA AGA ATA GAA ACT GGT TAC ACC CCA ATC GAT ATT TCC TTG	275				
Val Glu Val Leu Gly Gly Glu Arg Ile Glu Thr Gly Tyr Thr Pro Ile Asp Ile Ser Leu					
305					
TCG CTA ACG CAA TTT CTT TTG AGT GAA TTT GGT CCC GGT GCT GGA TTT GTG TTA GGA CTA	335				
Ser Leu Thr Gln Phe Leu Leu Ser Glu Phe Val Pro Gly Ala Gly Phe Val Leu Gly Leu					
365					
GTT GAT ATA ATA TGG GGA ATT TTT GGT CCC TCT CAA TGG GAC GCA TTT CTT GTA CAA ATT	395				
Val Asp Ile Ile Trp Gly Ile Phe Gly Pro Ser Gln Trp Asp Ala Phe Leu Val Gln Ile					
425					
GAA CAG TTA ATT AAC CAA AGA ATA GAA GAA TTC GCT AGG AAC CAA GCC ATT TCT AGA TTA	455				
Glu Gln Leu Ile Asn Gln Arg Ile Glu Glu Phe Ala Arg Asn Gln Ala Ile Ser Arg Leu					
485					
GAA GGA CTA AGC AAT CTT TAT CAA ATT TAC GCA GAA TCT TTT AGA GAG TGG GAA GCA GAT	515				
Glu Gly Leu Ser Asn Leu Tyr Gln Ile Tyr Ala Glu Ser Phe Arg Glu Trp Glu Ala Asp					
545					
CCT ACT AAT CCA GCA TTA AGA GAA GAG ATG CGT ATT CAA TTC AAT GAC ATG AAC AGT GCC	575				
Pro Thr Asn Pro Ala Leu Arg Glu Glu Met Arg Ile Gln Phe Asn Asp Met Asn Ser Ala					

3/1

11/10

0238441

Tabelle 3: (Fortsetzung)

CTT ACA ACC GCT ATT CCT CTT TTT GCA GTT CAA AAT TAT CAA GTT CCT CTT TTA TCA GTA Leu Thr Thr Ala Ile Pro Leu Phe Ala Val Gln Asn Tyr Gln Val Pro Leu Leu Ser Val	605	635
TAT GTT CAA GCT GCA AAT TTA CAT TTA TCA GTT TTG AGA GAT GTT TCA GTG TTT GGA CAA Tyr Val Gln Ala Ala Asn Leu His Leu Ser Val Leu Arg Asp Val Ser Val Phe Gly Gln	665	695
AGG TGG GGA TTT GAT GCC GCG ACT ATC AAT AGT CGT TAT AAT GAT TTA ACT AGG CTT ATT Arg Trp Gly Phe Asp Ala Ala Thr Ile Asn Ser Arg Tyr Asn Asp Leu Thr Arg Leu Ile	725	755
GGC AAC TAT ACA GAT CAT GCT GTA CCG TGG TAC AAT ACG GGA TTA GAG CGT GTA TGG GGA Gly Asn Tyr Thr Asp His Ala Val Arg Trp Tyr Asn Thr Gly Leu Glu Arg Val Trp Gly	785	815
CCG GAT TCT AGA GAT TGG ATA AGA TAT AAT CAA TTT AGA AGA GAA TTA ACA CTA ACT GTA Pro Asp Ser Arg Asp Trp Ile Arg Tyr Asn Gln Phe Arg Arg Glu Leu Thr Leu Thr Val	845	875
TTA GAT ATC GTT TCT CTA TTT CCG AAC TAT GAT AGT AGA ACG TAT CCA ATT CGA ACA GTT Leu Asp Ile Val Ser Leu Phe Pro Asn Tyr Asp Ser Arg Thr Tyr Pro Ile Arg Thr Val	905	935
TCC CAA TTA ACA AGA GAA ATT TAT ACA AAC CCA GTA TTA GAA AAT TTT GAT GGT AGT TTT Ser Gln Leu Thr Arg Glu Ile Tyr Thr Asn Pro Val Leu Glu Asn Phe Asp Gly Ser Phe	965	995
CGA GGC TCG GCT CAG GGC ATA GAA GGA AGT ATT AGG AGT CCA CAT TTG ATG GAT ATA CTT Arg Gly Ser Ala Gln Gly Ile Glu Gly Ser Ile Arg Ser Pro His Leu Met Asp Ile Leu	1025	1055

3/2

12/18

0238441

Tabelle 3: (Fortsetzung)

AAC AGT ATA ACC ATC TAT ACG GAT GCT CAT AGA GGA GAA TAT TAT TGG TCA GGG CAT CAA	1085	1115
Asn Ser Ile Thr Ile Tyr Thr Asp Ala His Arg Gly Glu Tyr Tyr Trp Ser Gly His Gln		
ATA ATG GCT TCT CCT GTA GGG TTT TCG GGG CCA GAA TTC ACT TTT CCG CTA TAT GGA ACT	1145	1175
Ile Met Ala Ser Pro Val Gly Phe Ser Gly Pro Glu Phe Thr Phe Pro Leu Tyr Gly Thr		
ATG GGA AAT GCA GCT CCA CAA CAA CAA CGT ATT GTT GCT CAA CTA GGT CAG GGC GTG TAT AGA	1205	1235
Met Gly Asn Ala Ala Pro Gln Gln Arg Ile Val Ala Gln Leu Gly Gln Gly Val Tyr Arg		
ACA TTA TCG TCC ACT TTA TAT AGA AGA CCT TTT AAT ATA GGG ATA AAT AAT CAA CAA CTA	1265	1295
Thr Leu Ser Ser Thr Thr Leu Tyr Arg Arg Pro Phe Asn Ile Gly Ile Asn Asn Gln Gln Leu		
TCT GTT CTT GAC GGG ACA GAA TTT GCT TAT GGA ACC TCC TCA AAT TTG CCA TCC GCT GTA	1325	1355
Ser Val Leu Asp Gly Thr Glu Phe Ala Tyr Gly Thr Ser Ser Asn Leu Pro Ser Ala Val		
TAC AGA AAA AGC GGA ACG GTA GAT TCG CTG GAT GAA ATA CCG CCA CAG AAT AAC AAC GTG	1385	1415
Tyr Arg Lys Ser Gly Thr Val Asp Ser Leu Asp Glu Ile Pro Pro Gln Asn Asn Val		
CCA CCT AGG CAA GGA TTT AGT CAT CGA TTA AGC CAT GTT TCA ATG TTT CGT TCA GGC TTT	1445	1475
Pro Pro Arg Gln Gly Phe Ser His Arg Leu Ser His Val Ser Met Phe Arg Ser Gly Phe		

3/3

13/18

0238441



Tabelle 3: (Fortsetzung)

AGT AAT AGT AGT GTA AGT ATA ATA AGA GCT	1505	CCT ATG TTC TCT TGG ATA CAT CGT AGT GCT	1535
Ser Asn Ser Ser Val Ser Ile Ile Arg Ala Pro Met Phe Ser Trp Ile His Arg Ser Ala			
GAA TTT AAT AAT ATA ATT CCT TCA CAA ATT ACA CAA ATA CCT TTA ACA AAA TCT ACT	1565	TTT ACA GGA TTT ACA GGA GGA GAT ATT CTT	1595
Glu Phe Asn Asn Ile Ile Ile Pro Ser Ser Gln Ile Thr Gln Ile Pro Leu Thr Lys Ser Thr			
AAT CTT GGC TCT GGA ACT TCT GTC GTT AAA GGA CCA GGA TTT ACA GGA GGA GAT ATT CTT	1625	Gly Phe Thr Ser Val Val Lys Gly Pro Gly Phe Thr Gly Gly Asp Ile Leu	1655
Asn Leu Gly Ser Gly Thr Ser Val Val Ser Thr			
CGA AGA ACT TCA CCT GGC CAG ATT TCA ACC TTA AGA GTA AAT ATT ACT GCA CCA TTA TCA	1685	Leu Arg Val Asn Ile Thr Ala Pro Leu Ser	1715
Arg Arg Thr Ser Pro Gly Gln Ile Ser Thr			
CAA AGA TAT CGG GTA AGA ATT CGC TAC GCT TCT ACC ACA AAT TTA CAA TTC CAT ACA TCA	1745	Thr Ser Thr Thr Thr Asn Leu Gln Phe His Thr Ser	1775
Gln Arg Tyr Arg Val Arg Ile Arg Tyr Ala Ser			
ATT GAC GGA AGA CCT ATT AAT CAG GGG AAT TTT TCA GCA ACT ATG AGT AGT GGG AGT AAT	1805	Met Ser Ser Gly Ser Asn	1835
Ile Asp Gly Arg Pro Ile Asn Gln Gly Asn Phe Thr			
TTA CAG TCC GGA AGC TTT AGG ACT GTA GGT TTT ACT ACT CCG TTT AAC TTT TCA AAT GGA	1865	TTT Phe Thr Thr Phe Asn Phe Ser Asn Gly	1895
Leu Gln Ser Ser Gly Ser Phe Arg Thr Val Gly			
TCA AGT GTA TTT ACG TTA AGT GCT CAT GTC TTC AAT TCA GGC AAT GAA GTT TAT ATA GAT	1925	Gly Asn Ser Gly Asn Glu Val Tyr Ile Asp	1955
Ser Ser Val Phe Thr Leu Ser Ala His Val Phe Asn Ser			

3/4

14/10

0238441

Tabelle 3: (Fortsetzung)

CGA ATT GAA TTT GTT CCG GCA GAA GTA ACC	1985	TTT GAG GCA GAA TAT GAT TTA GAA AGA GCA	2015
Arg Ile Glu Phe Val Pro Ala Glu Val Thr		Phe Glu Ala Glu Tyr Asp Leu Glu Arg Ala	
CAA AAG GCG GTG AAT GAG CTG TTT ACT TCT	2045	TCC AAT CAA ATC GGG TTA AAA ACA GAT GTG	2075
Gln Lys Ala Val Asn Glu Leu Phe Thr Ser		Ser Asn Gln Ile Gly Leu Lys Thr Asp Val	
ACG GAT TAT CAT ATT GAT CAA GTA TCC AAT	2105	TTA GTT GAG TGT TTA TCT GAT GAA TTT TGT	2135
Thr Asp Tyr His Ile Asp Gln Val Ser Asn		Leu Val Glu Cys Leu Ser Asp Glu Phe Cys	
CTG GAT GAA AAA GAA TTG TCC GAG AAA	2165	GTC AAA CAT GCG AAG CGA CTT AGT GAT GAG	2195
Leu Asp Glu Lys Lys Glu Leu Ser Glu Lys		Val Lys His Ala Lys Arg Leu Ser Asp Glu	
CGG AAT TTA CTT CAA GAT CCA AAC TTT AGA	2225	GGG ATC AAT AGA CAA CTA GAC CGT GGC TGG	2255
Arg Asn Leu Leu Gln Asp Pro Asn Phe Arg		Gly Ile Asn Arg Gln Leu Asp Arg Gly Trp	
AGA GGA AGT ACG GAT ATT ACC ATC CAA GGA	2285	GGC GAT GAC GTA TTC AAA GAG AAT TAC GTT	2315
Arg Gly Ser Thr Asp Ile Thr Ile Gln Gly		Gly Asp Asp Val Phe Lys Glu Asn Tyr Val	
ACG CTA TTG GGT ACC TTT GAT GAG TGC TAT	2345	CCA ACG TAT TTA TAT CAA AAA ATA GAT GAG	2375
Thr Leu Leu Gly Thr Phe Asp Glu Cys Tyr		Pro Thr Tyr Leu Tyr Gln Lys Ile Asp Glu	

3/5

15/18

0238441

Tabelle 3: (Fortsetzung)

TCG AAA TTA AAA GCC TAT ACC CGT TAC CAA TTA AGA GGG TAT ATC GAA GAT AGT CAA GAC	2405	2435
Ser Lys Leu Lys Ala Tyr Thr Arg Tyr Gln Leu Arg Gly Tyr Ile Glu Asp Ser Gln Asp		
TTA GAA ATC TAT TTA ATT CGC TAC AAT GCC AAA CAC GAA ACA GTA AAT GTG CCA GGT ACG	2465	2495
Leu Glu Ile Tyr Leu Ile Arg Tyr Asn Ala Lys His Glu Thr Val Asn Val Pro Gly Thr		
GGT TCC TTA TGG CCG CTT TCA GCC CCA AGT CCA ATC GGA AAA TGT GCC CAT TCC CAT	2525	2555
Gly Ser Leu Trp Pro Leu Ser Ala Pro Ser Pro Ile Gly Lys Cys Ala His Ser His		
CAT TTC TCC TTG GAC ATT GAT GTT GGA TGT ACA GAC TTA AAT GAG GAC TTA GGT GTA TGG	2585	2615
His Phe Ser Leu Asp Ile Asp Val Gly Cys Thr Asp Leu Asn Glu Asp Leu Gly Val Trp		
GTG ATA TTC AAG ATT AAG ACG CAA GAT GGC CAT GCA AGA CTA GGA AAT CTA GAA TTT CTC	2645	2675
Val Ile Phe Lys Ile Lys Thr Gln Asp Gly His Ala Arg Leu Gly Asn Leu Glu Phe Leu		
GAA GAG AAA CCA TTA GTA GGA GAA GCA CTA GCT CGT GTG AAA AGA GCG GAG AAA AAA TGG	2705	2735
Glu Glu Lys Pro Leu Val Gly Glu Ala Leu Ala Arg Val Lys Arg Ala Glu Lys Lys Trp		
AGA GAC AAA CGT GAA AAA TTG GAA TGG GAA ACA AAT ATT GTT TAT AAA GAG GCA AAA GAA	2765	2795
Arg Asp Lys Lys Arg Glu Lys Lys Leu Glu Trp Glu Thr Asn Ile Val Tyr Lys Glu Ala Lys Glu		
TCT GTA GAT GCT TTA TTT GTA AAC TCT CAA TAT GAT AGA TTA CAA GCG GAT ACC AAC ATC	2825	2855
Ser Val Asp Ala Leu Phe Val Asn Ser Gln Tyr Asp Arg Leu Gln Ala Asp Thr Asn Ile		

Tabelle 3: (Fortsetzung)

GCG ATG ATT CAT GCG GCA GAT AAA GCG GTT CAT AGC ATT CGA GAA GCT TAT CTG CCT GAG Ala Met Ile His Ala Ala Asp Lys Arg Val His Ser Ile Arg Glu Ala Tyr Leu Pro Glu	2885	2915
CTG TCT GTG ATT CCG GGT GTC AAT GCG GCT ATT TTT GAA GAA TTA GAA GGG CGT ATT TTC Leu Ser Val Ile Ile Pro Gly Val Asp Ala Ala Ile Phe Glu Glu Leu Glu Gly Arg Ile Phe	2945	2975
ACT GCA TTC TCC CTA TAT GAT GCG AGA AAT GTC ATT AAA AAT GGT GAT TTT AAT AAT GGC Thr Ala Phe Ser Leu Tyr Asp Ala Arg Asn Val Ile Lys Asn Gly Asp Phe Asn Asn Gly	3005	3035
TTA TCC TGC TGG AAC GTG AAA GGG CAT GTA GAT GTA GAA GAA CAA AAC AAC CAC CGT TCG Leu Ser Cys Trp Asn Val Lys Gly His Val Asp Val Glu Glu Gln Asn Asn His Arg Ser	3065	3095
GTC CTT GTT GTT CCG GAA TGG GAA GCA GAA GTG TCA CAA GAA GTT CGT GTC TGT CCG GGT Val Leu Val Val Pro Glu Trp Glu Ala Glu Val Ser Gln Glu Val Arg Val Cys Pro Gly	3125	3155
CGT GGC TAT ATC CTT CGT GTC ACA GCG TAC AAG GAG GGA TAT GGA GAA GGT TGC GTA ACC Arg Gly Tyr Ile Leu Arg Val Thr Ala Tyr Lys Glu Gly Tyr Gly Glu Gly Cys Val Thr	3185	3215
ATT CAT GAG ATC GAG AAC AAT ACA GAC GAA CTG AAG TTT AGC AAC TGT GTA GAA GAG GAA Ile His Glu Ile Glu Asn Thr Asp Glu Leu Lys Phe Ser Asn Cys Val Glu Glu Glu	3245	3275

3/7

17/10

0238441

Tabelle 3: (Fortsetzung)

GTA TAT CCA AAC AAC GGA GGA GAT TAT ACT GCG ACT CAA GAA GAA TAT GAG	3305	3335
Val Tyr Pro Asn Asn Thr Val Thr Cys Asn Asp Tyr Thr Ala Thr Glu Tyr Glu		
GGT ACG TAC ACT TCT CGT AAT CGA GGA TAT GAC GGA GCC TAT GAA AGC AAT TCT TCT GTA	3365	3395
Gly Thr Tyr Thr Ser Arg Asn Arg Gly Tyr Asp Gly Ala Tyr Glu Ser Asn Ser Val		
CCA GCT GAT TAT GCA TCA GCC TAT GAA GAA AAA GCA TAT ACA GAT GGA CGA AGA GAC AAT	3425	3455
Pro Ala Asp Tyr Ala Ser Ala Tyr Glu Glu Lys Ala Tyr Thr Asp Gly Arg Asp Asn		
CCT TGT GAA TCT AAC AGA GGA TAT GGG GAT TAC ACA CCA CTA CCA GCT GGC TAT GTG ACA	3485	3515
Pro Cys Glu Ser Asn Arg Gly Tyr Gly Asp Tyr Thr Pro Leu Pro Ala Gly Tyr Val Thr		
AAA GAA TTA GAG TAC TTC CCA GAA ACC GAT AAG GTA TGG ATT GAG ATC GGA GAA ACG GAA	3545	3575
Lys Glu Leu Glu Tyr Phe Pro Glu Thr Asp Lys Val Trp Ile Glu Ile Gly Glu Thr Glu		
GGA ACA TTC ATC GTG GAC AGC GTG GAA TTA CTT CTT ATG GAG GAA TAA	3605	
Gly Thr Phe Ile Val Asp Ser Val Glu Leu Leu Met Glu Glu End		

3/8

10/10

0238441



12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 87810135.1

22 Anmeldetag: 09.03.87

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: **C 12 N 15/00**  
**C 12 P 21/02, A 01 N 63/00**  
**C 12 N 1/18, C 12 N 1/20**

30 Priorität: 15.03.86 GB 8606441

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
23.09.87 Patentblatt 87/39

88 Veröffentlichungstag des später  
veröffentlichten Recherchenberichts: 10.08.88

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GR IT LI LU NL SE

71 Anmelder: CIBA-GEIGY AG  
Klybeckstrasse 141  
CH-4002 Basel(CH)

72 Erfinder: Geiser, Martin, Dr.  
Hauptstrasse 3A  
CH-4107 Ettingen(CH)

72 Erfinder: Hinnen, Albert, Dr.  
Offenburgerstrasse 20  
CH-4057 Basel(CH)

72 Erfinder: Brassel, Jakob, Dr.  
1157/56 Okamoto Bairin  
Higashinada-ku 658 Kobe(JP)

72 Erfinder: Schweitzer-Grützmacher, Silvia, Dr.  
Hasenhain 16  
D-6915 Dossenheim(DE)

54 Insektizid wirksame proteinartige Substanz.

57 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer insektizid wirksamen proteinartigen Substanz einschliesslich die Entdeckung und Identifizierung der vollständigen, für das insektizid wirksame Protein MGE 1 besagter proteinartiger Substanz kodierenden DNA-Sequenz, besagte proteinartige Substanz, ein DNA-Fragment, charakterisiert durch die in Tabelle 2 wiedergegebene Nukleotid-Sequenz welches für das Protein MGE 1 kodiert, das Protein MGE 1 selbst, ein DNA-Fragment aus der Region HpaI (0) bis PstI (4355) von *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, das für eine insektizid wirksame proteinartige Substanz einschliesslich ausgewählter Teile davon kodiert, unter der Voraussetzung, dass die insektizide Aktivität besagter ausgewählter Teile erhalten bleibt, das Verfahren zur Herstellung von Klonierungs- und Expressions-Vehikeln, die das in Tabelle 2 wiedergegebene DNA-Fragment enthalten und ebenso besagte Vehikel selbst.

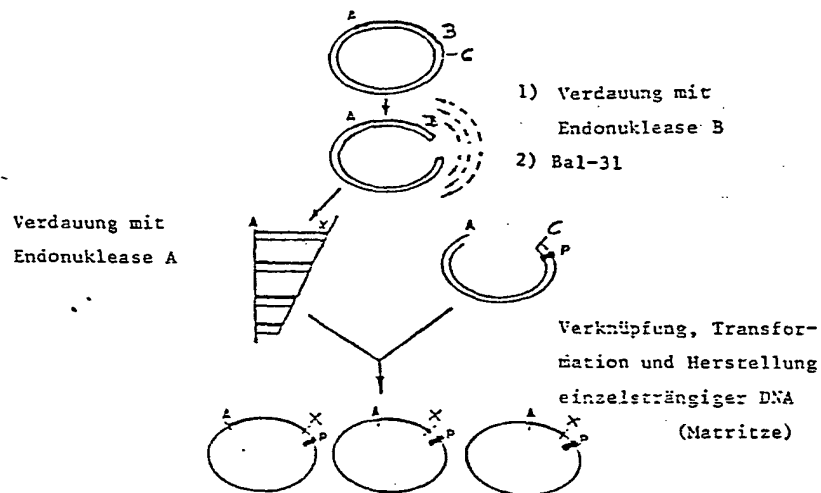


Abb. 1 modifiziert nach M. Poncz et al. <sup>26)</sup>. Konstruktion der Deletions-Mutanten-Bibliothek. Vorgehensweise: 1, das Insert (dicke Linie) wird in die A-Stelle des M13, die kohesive Enden aufweist, eingespleisst; 2, nach Linearisierung an der B-Stelle wird die Phagen DNA mit Bal-31 unterschiedlich lange verdaut [die gestrichelte Linie gibt das Ausmass der Bal-31-Verdauung in bezug auf das Insert (dicke Linie) und auf M13 (dünne Linie) an]; 3, das Verdauungsprodukt wird an der A-Stelle gespalten und das durch Bal-31 induzierte Kontinuum des Inserts isoliert. Es entsteht auf diese Weise eine ganze Familie von Fragmenten unterschiedlicher Grösse, die jeweils ein Bal-31 induziertes glattes Ende und ein kohesives Ende an der A-Stelle aufweisen; 4, die Fragmente werden so in M13 subkloniert, dass das glatte Ende proximal der Primer-Stelle P zu liegen kommt, die für die DNA-Sequenzanalyse verwendet wird. X und C = glatte Enden.



0238441



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 81 0135

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	PROC. NATL. ACAD. SCI. USA, Band 78, Nr. 5, Mai 1981, Seiten 2893-2897; E. SCHNEPF: "Cloning and expression of the Bacillus thuringiensis crystal protein gene in Escherichia coli" * Seite 2894, Spalte 2, Zeile 4 - Seite 2896, Spalte 2, Zeile 27 *	1-9, 16-22, 24, 26, 28, 30-43, 46, 47, 52	C 12 N 15/00 C 12 P 21/02 A 01 N 63/00 C 12 N 1/18 C 12 N 1/20
Y	Idem	23, 25, 27, 29, 44, 45, 48-51	
X	--- CHEMICAL ABSTRACTS, Band 103, 1985, Seite 155, Zusammenfassung Nr. 17768z, Columbus, Ohio, US; H.E. SCHNEPF et al.: "Delineation of a toxin-encoding segment of a Bacillus thuringiensis crystal protein gene", & J. BIOL. CHEM. 1985, 260(10), 6273-80 * Zusammenfassung *	10-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
X	EP-A-0 063 949 (THE BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF WASHINGTON) * Seite 6, Zeile 24 - Seite 7, Zeile 7; Seite 8, Zeile 5 - Seite 10, Zeile 26; Ansprüche *	1-9, 16-22, 24, 26, 28, 30-47, 52	C 12 N
X	--- GENE, Band 36, Nr. 3, 1985, Seiten 289-300, Elsevier, Amsterdam, NL; M.J. ADANG et al.: "Characterized full-length and truncated plasmid clones of the crystal protein of Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki HD-73 and their toxicity to Manduca sexta" * Insgesamt *	1-9, 16-22, 24, 26, 28, 30-43, 46, 47, 52	
	--- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25-04-1988	Prüfer PULAZZINI A.F.R.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

0238441

Seite 2

Nummer der Anmeldung

Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

EP 87 81 0135

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,X	WO-A-8 601 536 (WASHINGTON RESEARCH FOUNDATION) * Seite 29, Zeile 5 - Seite 39, Zeile 21; Figuren 2A,2B *	1-9,16-22,24,26,28,30-43,46,47,52	
P,X	GENE, Band 48, 1986, Seiten 109-118, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, NL; M. GEISER et al.: "The hypervariable region in the genes coding for entomopathogenic crystal proteins of Bacillus thuringiensis: Nucleotide sequence of the Kurhd 1 gene of subsp. Kurstaki HD1" * Zusammenfassung *	1-9,16-22,24,26,28,30-43,46,47,52	
Y	EP-A-0 093 062 (INSTITUT PASTEUR) * Ansprüche 3,11,12 *	23,25,27,29,48-51	
D,Y	EP-A-0 100 561 (CIBA-GEIGY AG) * Ansprüche *	23,25,27,29,48-51	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
E	EP-A-0 228 838 (MYCOGEN CORP.) * Ansprüche 4,5,6,7,8,9,10,11 *	10-15	
P,Y	EP-A-0 200 344 (MYCOGEN CORP.) * Ansprüche 1,6 *	23,25,27,29,48-51	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25-04-1988	Prüfer PULAZZINI A.F.R.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			